



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
ESPECIALIDAD DE TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

**“PREVALENCIA DE ALTERACIONES PLANTARES EN  
ESTUDIANTES DE NIVEL PRIMARIO DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA PRIVADA JEAN PIAGET DEL DISTRITO DE ICA”**

**AUTORA: KARLA ANDREA CARRILLO URIBE**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO**

**ASESOR: JUANA ESCURRA TORRES**

**ICA- PERÚ**

**2015**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle este trabajo, A Dios que me ha dado la vida y fortaleza para terminar este proyecto de investigación, A mis Padres por estar ahí cuando más los necesité; por su ayuda y constante cooperación.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD ALAS PERUANA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis padres que por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## RESUMEN

**Objetivos.** Determinar la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes entre 3 y 7 años de edad de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica. **Materiales y métodos.** Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y de corte transversal, en el cual se evaluaron 106 niños entre 2 y 7 años a quienes se les aplicó una ficha orientada a la evaluación de variables antropométricas como talla, peso e índice de masa corporal. También se obtuvo la huella plantar para la identificación de patologías plantares. **Resultados.** Los varones representaron el 60.4% del total de los niños evaluados y el promedio de edad fue de  $5.12 \pm 1.39$  IC95 (2 - 7 años). El IMC tuvo un promedio de  $15.16 \pm 1.01$  IC95 (12.9-18.0 kg/m<sup>2</sup>) y el 79.2% de los evaluados presentaron peso saludable, mientras que el 11.3% presentaron sobre peso y solo 3 casos tuvieron obesidad. Ningún niño utilizó zapato o plantilla ortopédica. El 53.8% presentó algún tipo de alteración en la huella plantar. Se evidenció que la patología más frecuente es el pie plano (29.2%), seguido del pie cavo (13.2%), pie valgo (7.5%) y pie varo (3.8%). Al análisis de regresión ordinal, las variables tales como sexo, IMC y edad no tuvieron asociación significativa en el desarrollo de las alteraciones plantares. **Conclusiones.** La prevalencia total de alteraciones plantares en niños entre 2 y 7 años de la Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, es 53.8 %, siendo el más frecuente el pie plano, no habiendo asociación significativa al peso, talla, IMC, sexo y edad.

**Palabras clave:** *Prevalencia, Alteraciones plantares, Índice de masa corporal.*

## **ABSTRACT**

**Objectives.** To determine the prevalence of plantar alterations in students between 3 and 7 years of School Private Jean Piaget District of Ica.

**Materials and methods.** An observational, descriptive, prospective and cross-sectional study in which 106 children between 2 and 7 years who were given an assessment oriented anthropometric variables such as height, weight and body mass index were evaluated tab designed. The footprint for identifying plantar pathologies was also obtained. **Results.**

Males accounted for 60.4% of the children tested and the average age was  $5.12 \pm 1.39$  IC95 (2-7 years). BMI averaged  $15.16 \pm 1.01$  IC95 (12.9-18.0 kg / m<sup>2</sup>) and 79.2% of those tested had healthy weight, while 11.3% had overweight and obesity were only 3 cases. No child used shoe or orthotic. 53.8% had some type of alteration in the footprint. It showed that the most frequent pathology is the flat foot (29.2%), followed by arched feet (13.2%), valgus foot (7.5%) and varus (3.8%) foot. Ordinal regression analysis, variables such as sex, BMI and age had no significant association in the development of plantar alterations. **Conclusions.** he overall prevalence of plantar alterations in children between 2 and 7 years of School Jean Piaget District of Ica, is 53.8%, the most common foot flat, with no significant association to weight, height, BMI, gender and age.

**Kew words:** *Prevalence, plantar alterations, body mass index*

## TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
	v
Tabla de contenidos	vii
Listado de tablas	viii
Abreviaturas	
Introducción	1
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2. Delimitación de la investigación	4
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Objetivo de la investigación	5
1.5. Hipótesis de la investigación	5
1.6. Variables e indicadores	6
1.7. Justificación e importancia de la investigación	6
1.8. Diseño de la investigación	7
1.9. Población y muestra de la investigación	8
1.10. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos	9
1.11. Ética de la investigación	15
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>16</b>
2.1. Antecedentes de la investigación	16
2.2. Bases teóricas	17
<b>CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>49</b>
3.1. Resultados	49
3.2. Discusión de resultados	53
3.3. Conclusiones	56
3.4. Recomendaciones	57

BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	61
Anexo 01: Operacionalización de variables	62
Anexo 02: Matriz de consistencia	63
Anexo 03: Ficha de recolección de datos	64
Anexo 04: Huella plantar	65
Anexo 05: Asentimiento informado	66
Anexo 06: Tablas	68
Anexo 07: Gráficos	77

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01.</b> Distribución de los evaluados según niveles de educación	68
<b>Tabla 02.</b> Distribución de los evaluados según edades	68
<b>Tabla 03.</b> Frecuencia de niños evaluados según sexo	68
<b>Tabla 04.</b> Distribución de los evaluados según evaluación del IMC	69
<b>Tabla 05.</b> Medidas de tendencia central de las variables antropométricas	69
<b>Tabla 06.</b> Distribución de los evaluados según tipo de calzado	69
<b>Tabla 07.</b> Distribución de los evaluados según evaluación de huella plantar	70
<b>Tabla 08.</b> Distribución de los evaluados según tipo de patología	70
<b>Tabla 09.</b> Pruebas de normalidad sobre la distribución de datos en las variables de estudio	71
<b>Tabla 10.</b> Contingencia de Sexo vs. Evaluación de huella plantar	72
<b>Tabla 11.</b> Contingencia de Edad vs. Evaluación de huella plantar	73
<b>Tabla 12.</b> Contingencia de Evaluación del IMC vs. Evaluación de huella plantar	74
<b>Tabla 13.</b> Análisis de regresión ordinal	75



## LISTADO DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 01.</b> Distribución de los evaluados según huella plantar e índice de masa corporal	77
<b>Gráfico 02.</b> Distribución de los evaluados según tipo de patología e índice de masa corporal	78
<b>Gráfico 03.</b> Distribución de los evaluados según edades y evaluación de huella plantar	79
<b>Gráfico 04.</b> Distribución de los evaluados según edades y tipos de patología en huella plantar	80
<b>Gráfico 05.</b> Distribución de los evaluados según ángulo de rodación y evaluación de huella plantar	81
<b>Gráfico 06.</b> Distribución de los evaluados ángulo de rodación y tipo de patología en huella plantar	82

## LISTADO DE ABREVIATURAS

- ❖ **MINSA:** Ministerio de Salud
- ❖ **IMC:** Índice de masa corporal
- ❖ **OMS:** Organización Mundial de la Salud
- ❖ **p:** Probabilidad

## INTRODUCCIÓN

Los defectos posturales en niños tienen una alta frecuencia en la población peruana, de acuerdo a lo proporcionado por el Ministerio de Salud a través de su informe de carga de enfermedad y lesiones en el Perú (MINSA, 2008); por lo cual es relevante determinar la prevalencia de los más comunes, clasificarlos y canalizar aquellos casos que requieran tratamiento, contribuyendo así a disminuir futuras secuelas.

El pie es parte del sistema locomotor y tiene un papel funcional importante; “es el soporte esencial para la posición bípeda humana y pieza fundamental para la marcha; permitiendo también otras numerosas actividades indispensables para el bienestar, como la carrera, el impulso, bailar y la recepción del salto”. El pie corresponde a un órgano extremadamente complejo. Los 26 huesos que lo conforman, diseñados para soportar el peso y distribuir la carga corporal, relacionados con otras tantas articulaciones que le confieren una estructura semirígida, aunado a un complejo sistema vascular arterial que le proporciona los nutrientes necesarios y a una red nerviosa que le da la sensibilidad y propiocepción; le permite realizar los más complicados movimientos a través de los diferentes grupos musculares que le confieren la capacidad para adaptarse a toda clase de superficies. Al no existir una armonía entre las estructuras anatómicas del pie se presentan diversos defectos en su apoyo, tales como los presentados como resultado de la investigación de este trabajo (pie plano, pie cavo, descenso de arco anterior y pie valgo).

El presente trabajo brinda información sobre la relación existente entre la anatomía esquelética y muscular del pie, así como la relación de gran importancia que tiene el mismo con la postura y la marcha humana; en las cuales al producirse un desequilibrio trae como resultado alteraciones en la planta del pie.

La finalidad de este trabajo de investigación es conocer y saber la prevalencia de las alteraciones plantares más frecuentes en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica, y dar a conocer los resultados haciendo énfasis en la importancia de su detección para evitar defectos posturales posteriores.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La atención al problema de las alteraciones plantares en los niños es de suma importancia, ya que se presenta entre los padecimientos de origen no transmisible más frecuentes en la población infantil. Este tipo de alteraciones generan en los niños un pronóstico desfavorable puesto que las secuelas mecanoposturales derivadas de ellas, son mucho más difíciles de controlar, haciendo que el tratamiento ortopédico sea costoso y prolongado lo que dificulta un tratamiento exitoso en el afectado. Por otra parte hay que considerar que un diagnóstico oportuno de estas alteraciones plantares en edades tempranas permite un adecuado manejo de rehabilitación con mejores resultados. Por ende, el tamizaje de estas alteraciones y determinar su prevalencia brinda información importante para que los padres de familia, autoridades educativas y de salud puedan tomar medidas de acción correctivas sobre los problemas de salud hallados en sus hijos; así como el desarrollo de medidas de acción preventivo promocionales basados en educación sanitaria.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Delimitación Social**

El estudio se realizará en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad.

### **1.2.2. Delimitación Espacial**

El ámbito formal del estudio para realizar la ejecución del mismo, será en la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

### **1.2.3. Delimitación Temporal**

Según el tiempo del estudio, la ejecución del trabajo de investigación se realizará durante el mes de Abril del año 2015.

### **1.2.4. Delimitación contextual**

El área general del conocimiento corresponde al campo de Ciencias de la Salud, del área específica de terapia física.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. Problema principal**

¿Cuál es la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica?

### **1.3.2. Problemas secundarios**

¿Cuáles son los factores asociados al desarrollo de pie plano en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad?

¿Cuáles son las alteraciones plantares más frecuentes en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad según el sexo?

#### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

- ❖ Determinar la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes entre 3 y 7 años de edad de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica

##### **1.4.1. Objetivos específicos**

- ❖ Evaluar los factores asociados al desarrollo de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad
- ❖ Determinar la alteraciones plantares más frecuentes en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad según el sexo

#### **1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.5.1. Hipótesis general**

Existe presencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

##### **1.5.2. Hipótesis específicas**

Existen factores asociados al desarrollo de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

Existen diferencias en la frecuencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

## **1.6. VARIABLES**

### **1.6.1. Variable independiente**

Factores de riesgo

### **1.6.2. Variable dependiente**

Alteraciones plantares

### **1.6.3. Variable interviniente**

Edad

Sexo

Peso

## **1.7. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación decide aplicarse en grupos de niños con edades comprendidas entre los 3 y 6 años, siendo en este rango de edades donde ya se consolida la estructura del pie y haciendo las detecciones en edades más tempranas se obtienen mejores resultados de rehabilitación; ya que se detectan a tiempo para evitar futuros defectos posturales sumados a los ya existentes. El diagnóstico precoz de estas alteraciones permite brindar un tratamiento oportuno a fin de evitar secuelas posteriores en edades adultas.

## **1.8. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1. Tipo de investigación**

– **Según la manipulación de la variable**

Estudio observacional: Implica que no hubo manipulación de la variable independiente. Se diseñó un estudio donde únicamente se describió el comportamiento de las variables tal y como se presentan en un momento determinado.



– **Según la fuente de toma de datos**

Prospectivo: La fuente de recolección de datos fue mediante aplicación de una ficha epidemiológica y la evaluación clínica para determinar la presencia de alteraciones plantares en estudiantes entre 3 y 7 años. Los datos se recogieron durante el mes de Abril, durante las actividades académicas.

– **Según el número de mediciones**

Transversal: Las variables se midieron en una ocasión, las mismas que fueron sometidas a análisis estadístico para determinar la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes entre 3 y 7 años de nivel primario de la I.E. Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

– **Según el número de variables o analizar**

Analítica: Porque se realizaron mediciones en más de dos variables y planteó un análisis uni, bi y multivariado.

### **1.8.2. Nivel de Investigación**

**Nivel Descriptivo:** Con el objetivo estadístico asociar la variable dependiente con la independiente.

### **1.8.3. Diseño:**

Se diseñó un estudio observacional, descriptivo, prospectivo y de corte transversal que se representa de la siguiente manera:

### **1.8.4. Método**

El presente trabajo de investigación fue de carácter descriptivo en la que se determinó la prevalencia de alteraciones plantares en la I.E. Jean Piaget del Distrito de Ica y además determinar posibles factores de riesgo asociados al desarrollo de dichas alteraciones.

## **1.9. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.9.1. Población**

#### **Definición del Universo:**

La población de estudio estuvo definido por todos los niños entre 3 y 7 años que estudian en la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica, durante el mes de Abril del año 2015.

#### **Criterios de inclusión:**

- Niños entre 3 y 7 años de edad
- Niños que cuenten con la autorización de sus padres mediante el asentimiento informado.

#### **Criterios de exclusión:**

- Niños mayores a los 7 años.
- Niños con lesiones neurológicas.
- Niños que no cuenten con la autorización de sus padres mediante el consentimiento informado.

### **1.9.2. Técnica de muestreo**

#### **Determinación del tamaño de la muestra**

El muestreo fue no probabilístico aleatorizado y estuvo supeditado a completar con 15 estudiantes entre 3 y 7 años de edad por cada grado académico en la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica, y que además cumplieron con los criterios de inclusión. La asignación de los números aleatorios se realizó utilizando Office Excel 2010, a partir del total de estudiantes por cada aula, las cuales están distribuidas de acuerdo a la edad de cada niño.

Edades	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>28</b>
<b>Muestra aleatoria</b>	17	19	17	2	7
	25	26	2	1	27
	12	9	7	24	13
	13	16	13	7	10
	22	10	9	23	12
	11	18	20	2	1
	27	8	7	4	19
	6	21	1	20	26
	20	25	4	35	15
	26	12	10	30	21
	19	2	5	22	17
	21	7	24	6	5
	6	24	15	10	3
	3	3	27	13	11
7	1	28	19	4	
<b>Total muestra</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

### **Elección de los miembros de la muestra**

Para la aplicación de los números aleatorios es importante se tuvo el listado de los estudiantes por cada aula en orden alfabético (A→Z) y se asignó cada número aleatorio señalado en la tabla anterior. Aquellos estudiantes que fueron asignados con un número aleatorio fueron seleccionados para el estudio. En el caso de que aquellos que no aceptaron participar del estudio, se tomó el siguiente número (mayor o menor) vecino al aleatorio para completar la muestra de 15 por cada aula.

## **1.10. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.10.1. Técnicas**

#### **i. Ficha para la colección de datos**

Se aplicó una ficha para la recolección de datos demográficos como edad, sexo y peso. **Ver Anexo 04**

## 1.10.2. Instrumentos

### **Podógrafo**

Se utilizó un podógrafo para el análisis de la impronta plantar mediante la medición del ángulo de rodación que determina la presencia de alteraciones plantares y la medición del ancho del antepié en relación al ancho de la huella del arco plantar para determinar el grado de alteración plantar. Consiste en un chasis con una lámina de goma de látex. Una de las caras se impregna con tinta la otra es pisada por el paciente, imprimiendo posteriormente la superficie de la huella plantar en una hoja de papel en blanco. Con esta sencilla técnica se obtendrá la huella plantar impresa de los individuos estudiados en bipedestación, y servirá para determinar la presencia de las siguientes alteraciones plantares:

*Pie plano.* Cuando hay desaparición, por aplanamiento, del arco longitudinal interno.

*Pie cavo.* Cuando hay aumento del arco longitudinal

*Pie talo.* Cuando el pie sólo se apoya en el suelo por el calcáneo por su parte anterior, quedando libre el calcáneo.

*Pie varo.* Cuando la planta del pie, en lugar de apoyarse en el suelo, mira hacia el plano sagital

*Pie valgo.* Cuando la planta del pie mira hacia la parte externa

*Pie equino.* Cuando el pie solamente se apoya en el suelo por su parte anterior, quedando libre el calcáneo.

En algunos casos, incluso se puede encontrar estas alteraciones de manera asociada, como pie plano-valgo, cavo-varo, equinovaro, etc.

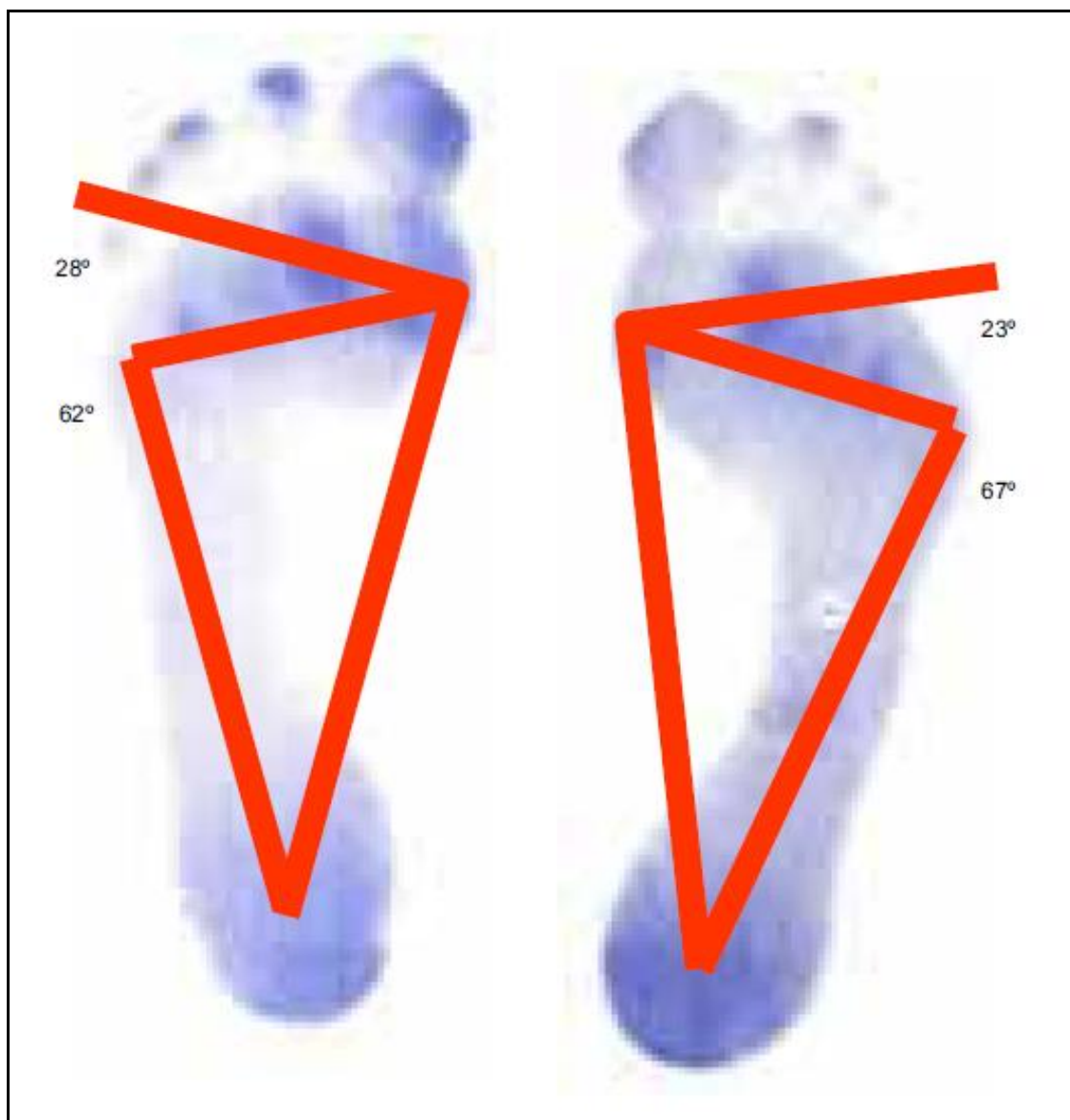
**Ver Figura 4.1. y Anexo 05**

### Angulo de rodación

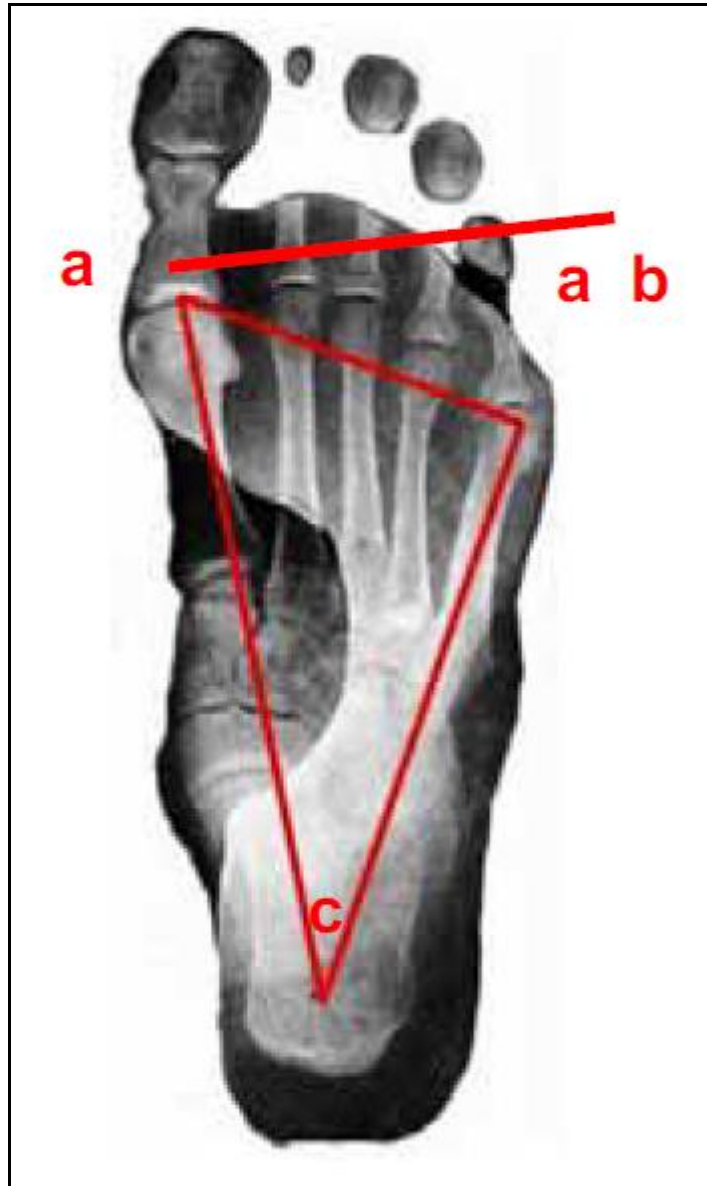
Es un ángulo virtual que se define como sigue: Se traza la línea que une el centro de la articulación metatarso-falange del primer radio con el centro teórico del talón (a); por otra parte se traza la línea que une el centro de la articulación metatarso-falange del quinto radio con el mismo centro teórico del talón (b) y, finalmente se unen los centros de ambas articulaciones de modo que el trazo final es un triángulo (c). Finalmente se traza una línea perpendicular a ac en el extremo a. El ángulo formado entre dicha línea con la línea ab es el ángulo de rodación. **Ver Figura 4.2 y 4.3**



**Figura 4.1.** Alteraciones más frecuentes en las huellas plantares



**Figura 4.2.** Imagen en la que se observa la huella plantar mediante el uso del podografo y cálculo del ángulo de rodación



**Figura 4.3.** Ángulo de rodación trazado en un radiofotopodograma. Se muestran los puntos de referencia para el estudio de la huella plantar, la biometría y la cuantificación de los grados del ángulo de rodación

### **1.10.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de los datos**

#### **a. Técnicas para el procesamiento**

Las técnicas para el procesamiento de datos comprendieron las siguientes etapas:

### **Obtención de datos**

Se obtuvo los datos de la muestra aleatoria que comprende a los estudiantes de nivel primario entre 6 y 12 años de edad que estudien en la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.

### **Clasificación de datos**

Esta etapa dio inicio al procesamiento de los datos con el propósito de crear la base de datos, el procedimiento tuvo carácter exhaustivo y excluyente para discriminar datos incongruentes e incompletos.

### **Codificación**

Se procedió asignar o conceder valores a las categorías que se pueden tener, para poder otorgar un puntaje a cada variable y facilitar la descripción correspondiente.

### **Tabulación de datos**

La información fue ingresada en el paquete estadístico SPSS versión 19, en columna las variables y en filas los casos con el propósito de consolidar y totalizar en cifras a los resultados obtenidos, y generar información a través de los valores representativos y de estas el conocimiento para facilitar su posterior análisis e interpretación.

## **b. Técnicas de análisis e interpretación de datos**

### **Estadística descriptiva**

En esta parte se realizó un análisis univariado para las variables edad, sexo y grado académico a fin de conocer el comportamiento de su distribución.

- Para variables categóricas se describieron en frecuencia absoluta (N) y frecuencia relativa (%).
- Los gráficos fueron de sectores si son menos de cuatro categorías y en barras si estas superan las cuatro categorías.



- Para variables numéricas se describieron con medidas de tendencia central (media, mediana, moda y cuartiles) y la dispersión (desviación estándar e intervalo intercuartílico con un intervalo de confianza al 95%), siempre y cuando la variable siga una distribución normal la misma que se verificará empleando la prueba estadística de Kolmogorov Smirnov.
- Los gráficos según se trate la escala de medición fueron en histogramas, diagrama de caja y bigotes, barras.
- El análisis de asociación entre la variable dependiente e independiente se realizó utilizando la prueba t para datos numéricos y chi cuadrado para variables categóricas (nominales y ordinales). Para el caso de variables numéricas se empleó además el coeficiente de correlación según Pearson o Spearman.
- El análisis de los datos permitió recoger información en el visor de resultados del paquete estadístico IBM SPSS versión 19, la misma que se exportó a una hoja de Word para darle el formato de redacción científica a los cuadros que luego se trasladó a una hoja Excel para la construcción final de los gráficos.

#### **1.11. Ética de la investigación**

La aplicación de los instrumentos en la investigación se realizó teniendo en cuenta las consideraciones éticas de la beneficencia, no maleficencia, su privacidad, confidencialidad, autonomía y justicia. Para dar cumplimiento a dichos principios, se aplicó un asentimiento informado.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

*Pfeiffer et. al.* realizaron la investigación titulada: **“Prevalence of flat foot in pre school-aged children”**, el cual tuvo por objetivo establecer la prevalencia de pie plano en una población de niños entre 3 y 6 años de edad para evaluar cofactores tales como la edad, el peso y el sexo, y estimar el número de tratamientos innecesarios realizados. Se evaluaron un total de 835 niños (411 niñas y 424 niños). El diagnóstico clínico de pie plano se basa en una posición en valgo del talón y una pobre formación del arco. Los pies de los niños fueron evaluados (mientras estaban en una posición de pie) mediante el uso de un escáner de superficie con láser, y se midió el ángulo del retropié. El ángulo de la parte trasera del pie se define como el ángulo del tendón de Aquiles superior y la extensión distal de la parte trasera del pie. Los resultados mostraron una prevalencia de pie plano flexible del 44%. La

prevalencia de pie plano patológico fue <1%. El 10% de los niños estaban usando soportes para el arco. La prevalencia de pie plano disminuye significativamente con la edad: en el grupo de niños de 3 años, el 54% mostró pie plano, mientras que en el grupo de niños de 6 años de edad, sólo el 24% tenían pie plano. El ángulo medio retropié fue de 5,5 grados de valgo. Los niños tenían una mayor tendencia significativa para pie plano que las niñas: la prevalencia de pie plano en los niños fue de 52% y 36% en las niñas. El 13% de los niños con sobrepeso u obesidad. Se observó diferencias significativas en la prevalencia de pie plano entre niños con sobrepeso, obesos y de peso normal. Se concluye que este estudio es el primero en utilizar un escáner de superficie tridimensional láser para medir el valgo de retropié en los niños en edad preescolar. Los datos demuestran que la prevalencia de pie plano se ve influida por 3 factores: edad, sexo, y peso. En los niños con sobrepeso y en los niños, se observó una prevalencia muy significativa de pie plano; además, se descubrió un retraso en el desarrollo del arco medial en los niños. En el momento del estudio, > 90% de los tratamientos son innecesarios.<sup>1</sup>

**Mansoor Ali et. al.** realizaron la investigación titulada: **“Prevalence of the flat foot in 6-10 years old school going children”**, el cual tuvo por objetivo determinar la prevalencia del pie plano en niños entre 6-10 años de edad en una escuela local. Se diseñó un estudio transversal que se llevó a cabo en niños en edad escolar entre 6 a 10 años (clase de una clase a quinto) en seis escuelas de la Rawalpindi-Islamabad. El estudio incluyó a 714 niños, hombres (512) y mujeres (202). Se usó un cuestionario especialmente diseñado para aplicarlo después de un examen físico y pruebas especiales para pie plano. Los datos se analizaron en el programa SPSS 19. Los resultados mostraron un análisis estadístico que indica que la prevalencia de pie plano en los niños en edad escolar entre 6 a 10 años es de 14,8% (106) y más

---

<sup>1</sup> Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. Pediatrics. 2006 Aug;118(2):634-9.

común en los niños varones que en las niñas (76.4%), la afectación bilateral del pie plano es más común que la unilateral (23,6%). El estudio mostró que la prevalencia de pie plano flexible es diez veces más a la del pie plano rígido con una relación de 09:01. Todos los casos de pie plano rígido son sintomáticos y los casos de pie plano flexible son asintomáticos. La prevalencia de pie plano es más en los niños que son inactivos físicamente; mientras que los niños físicamente activos tienen un arco longitudinal medial muy bien desarrollado. Se concluye que los niños que viven en países diferentes, pero que tienen condiciones similares como el medio ambiente, estilo de vida económico social, tienen igual probabilidad de desarrollar pie plano o tienen la prevalencia del pie plano. Nuestro estudio concluyó en que la actividad física es directamente proporcional al desarrollo del arco longitudinal medial.<sup>2</sup>

**Vergara et. al.** realizaron la investigación titulada: **“Prevalencia de pie plano en escolares entre 3 y 10 años. Estudio de dos poblaciones diferentes geográfica y socialmente.”**, el cual tuvo por objetivo determinar la prevalencia del pie plano en dos poblaciones diferentes desde el punto de vista geográfico, cultural y social en Colombia. Se diseñó un estudio de prevalencia, de corte transversal, realizado en niños entre 3 y 10 años, estudiantes de colegios de Bogotá y Barranquilla. Se evaluaron 940 niños, 60% en la ciudad de Bogotá. Se determinó el pie plano mediante el examen físico. Los resultados mostraron una prevalencia global de pie plano de 15.7%, en Bogotá de 20.8% y en Barranquilla 7.9%. Los niños en el rango de 3 a 5 años tuvieron una prevalencia de 30.9%, disminuyendo de forma significativa después de esta edad. Se encontró que los niños de Bogotá entre 3 y 5 años tenían una prevalencia de pie plano de 38.3 % y los de Barranquilla tan solo 17.3 %, disminuyendo significativamente en los mayores de 6 años. En el análisis multivariable se encontró asociado el

---

<sup>2</sup>Mansoor Ali, Muhammad AsadUllah, Imran Amjad. Prevalence of the flat foot in 6-10 years old school going children. Rawal Medical Journal: Vol. 38. No. 4, October-December 2013.

pie plano con la edad, ciudad, género y el índice de masa corporal. Se tuvo una mayor prevalencia en Bogotá comparada con Barranquilla en las poblaciones estudiadas sugiriendo la influencia de factores culturales, sociales y raciales en la aparición de pie plano. El descenso importante en la prevalencia en los mayores de 6 años, sugiere limitar el uso de medidas terapéuticas antes de esta edad.<sup>3</sup>

**Aymelek et. al.** realizaron la investigación titulada: **“Prevalence of flat foot among elementary school students, in rural and urban areas and at suburbs in Anatolia.”**, el cual tuvo por objetivo determinar la prevalencia de pie plano en 326 niños y 299 niñas entre 6 y 13 años de edad en una escuela primaria. Los resultados del estudio se clasifican en tres grupos, a saber centros de las ciudades, las zonas rurales y en los suburbios. Para la evaluación de pie plano, se utilizó la prueba de la huella. La prevalencia de pie plano fue 35,5% entre las niñas y el 28,5% entre los varones. Pie plano se asoció con la edad del niño, la residencia y el índice de masa corporal (IMC). La prevalencia del pie plano fue más alta entre los niños de 6 años de edad, y la más baja entre los de 11 años y niños mayores ( $P < 0.05$ ). Prevalencia del pie plano fue menor entre los niños que viven en zonas rurales y los niños con bajo valor de IMC ( $p = 0,001$ ). Más sobrepeso y el riesgo de los niños con sobrepeso tenía pie plano en comparación con los niños normales y con bajo peso ( $P < 0.05$ ). Predisposición familiar también fue observado para pie plano; 16,1% de los niños con pie plano tenía una historia familiar de pie plano, mientras que esta tasa fue sólo del 5,6% en las familias de los sujetos sanos ( $P = 0,001$ ).<sup>4</sup>

**Dunn et. al.** realizaron la investigación titulada: **“Prevalence of Foot and Ankle Conditions in a Multiethnic Community Sample of Older Adults”**, el cual tuvo por objetivo determinar la prevalencia de los

---

<sup>3</sup> Vergara-Amador Enrique, Rafael Fernando Serrano Sánchez, Juan Rafael Correa Posada, Adriana Carolina Molano, Oscar A. Guevara. Colombia Médica - Vol. 43 N° 2, 2012.

<sup>4</sup> Aymelek et. al. Prevalence of flat foot among elementary school students, in rural and urban areas and at suburbs in Anatolia. EJOST, July 2011, Volume 21, Issue 5, pp 327-331.

*trastornos del pie y tobillo en una población multiétnica (blancos no hispanos, afroamericanos, y Puerto Rico) con una muestra aleatoria basada en 784 adultos de 65 o más años en el período 2001-2002 en Springfield, Massachusetts. En conjunto, las cinco enfermedades más comunes fueron los trastornos de las uñas (74,9%), deformidades de los pies menores (60,0%), los callos y callosidades (58,2%), los juanetes (37,1%), y los signos de la infección por hongos, grietas / fisuras, o maceración entre dedos de los pies (36,3%); 30.9% tienen un poco de sensibilidad a la palpación del pie o tobillo, y el 14,9% tienen dolor en las articulaciones de tobillo en la mayoría de los días en las últimas 4 semanas. Las patologías en las uñas de los pies, los síntomas de hongos, y úlceras o laceraciones fueron más comunes en los hombres, mientras que los juanetes y callos y callosidades son más comunes en las mujeres ( $p < 0,001$ ). Las diferencias raciales / étnicas significativas, independiente de la educación o el género, se encontró que para la prevalencia de la mayoría de las deformidades de los pies y los pies planos, así como para los callos y callosidades, signos de hongos, edema, dolor en las articulaciones de tobillo, dolor a la palpación y pérdida sensorial. Los trastornos del pie y el tobillo son comunes en estos adultos mayores. El análisis de prevalencia en los diferentes segmentos de la comunidad podrá dar luces a futuros estudios para determinar la etiología y los medios de prevención.<sup>5</sup>*

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1. Anatomía del pie**

El aparato locomotor es un sistema complejo que incluye huesos, articulaciones, ligamentos, tendones y músculos; los cuales en conjunto nos permite interactuar con el medio que nos rodea mediante el movimiento.

---

<sup>5</sup>J. E. Dunn, C. L. Link, D. T. Felson, M. G. Crincoli, J. J. Keysor and J. B. McKinlay. Prevalence of Foot and Ankle Conditions in a Multiethnic Community Sample of Older Adults. Am. J. Epidemiol. (2004) 159 (5):491-498.

El esqueleto forma parte del aparato locomotor, el cual está constituido por un eje central, que está formado por el cráneo, en su parte superior; la columna vertebral en su parte media y la pelvis en su parte inferior. De este eje central sale una serie de prolongaciones constituidas por las extremidades superiores e inferiores y las costillas.

Para abordar nuestro tema nos enfocaremos en las extremidades inferiores ya que son la parte importante de este estudio. Estas extremidades son estructuras óseas diseñadas para soportar y transmitir peso.

Las extremidades inferiores son estructuras que en conjunto forman el muslo, la pierna y el pie. Estas partes están unidas entre sí y con el cuerpo por las articulaciones de la cadera, rodilla y el tobillo<sup>6</sup>.

#### **a. El tobillo**

La articulación del tobillo es la articulación distal del miembro inferior. Esta articulación es necesaria e indispensable durante la marcha para la orientación del pie y la adaptación de la bóveda plantar. Por su anatomía es una articulación tipo tróclea.

“El complejo articular del tobillo, está compuesto por tres articulaciones: tibio-astragalina, peroneo-astragalina y tibio-peronea. La estabilidad del tobillo depende de la congruencia articular y de los ligamentos”<sup>7</sup>.

“La articulación del tobillo es la articulación más importante de todo el complejo articular del retropié permitiendo orientar la bóveda plantar en todas direcciones para que se adapte a los diferentes terrenos, además de actuar como una plataforma de soporte estructural capaz de

---

<sup>6</sup> Goldcher, A. (1992). Manual de Podología. (1º Ed. Traducción de la 2º Ed. Original). Barcelona, España. Elsevier-Masson.

<sup>7</sup> Nordin, M., Frankel V. H. (2004), Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, (3º Ed.). Madrid, España. McGraw - Hill Interamericana.

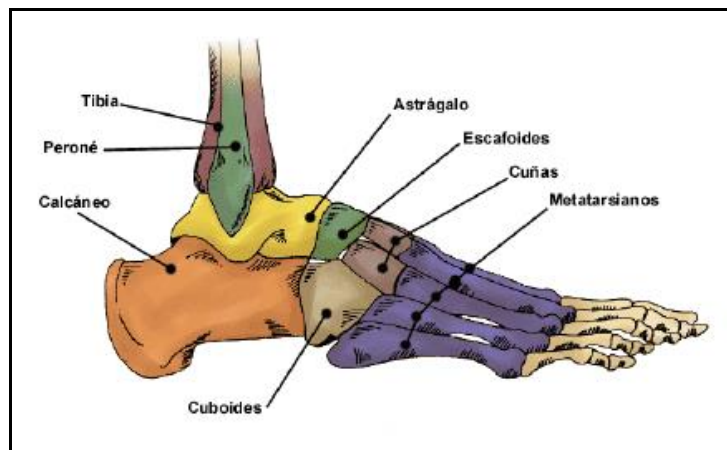
aguantar cargas repetitivas del peso corporal, gracias también a la concavidad del arco plantar que amortigua el peso transmitido”<sup>8</sup>.

### ***Anatomía funcional del pie***

El pie es una estructura compuesta por 26 huesos, articulaciones y ligamentos.

Anatómicamente y funcionalmente el pie se divide en: retropie (astrágalo y calcáneo) formando la articulación subastragalina; mediopie (escafoides, cuboides y cuñas) se articula con el escafoides y la base de los metatarsianos; y el antepie (metatarsianos y falanges).

**Ver figura1**



**Figura 1.** Huesos del pie

Los 26 huesos del pie están divididos en tres grupos óseos: tarso, metatarso y dedos. **Ver figura 2**

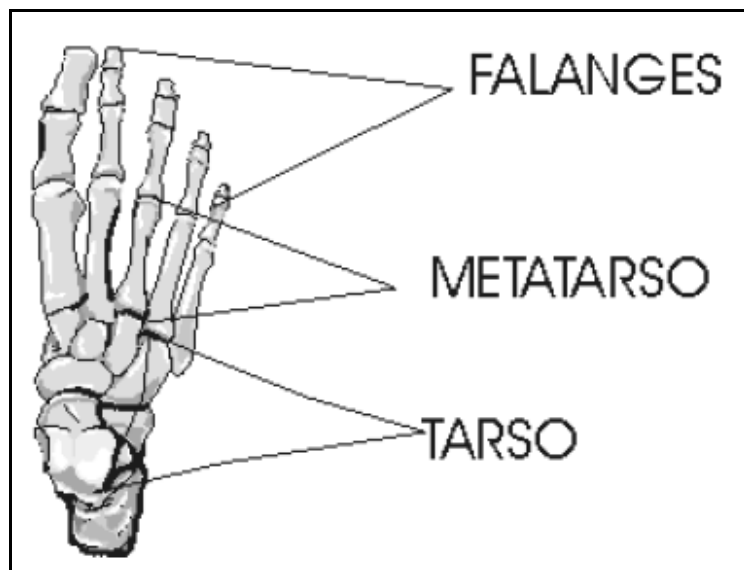
*Tarso:* formado por 7 huesos dispuestos en dos filas una posterior compuesta por el astrágalo y el calcáneo; y una anterior formada por el cuboides, escafoides y 3 cuñas.

<sup>8</sup> Kapandji, A. I. (2002). Fisiología Articular. Tomo II. (6° Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana.



*Metatarso*: compuesto por 5 huesos largos, los metatarsianos y dos sesamoideos, interno y externo del dedo gordo. El segundo metatarsiano suele ser el más largo de todos.

Los dedos: Son las 14 falanges que forman el esqueleto óseo de los dedos.



**Figura 2.** Divisiones oseas del pie.

### **Articulaciones del pie**

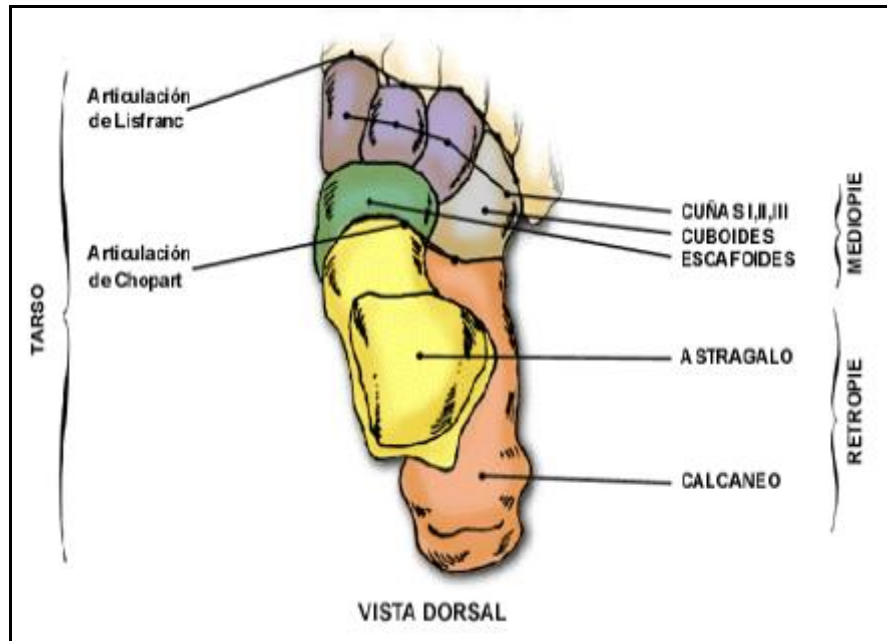
“Las articulaciones intertarsianas más importantes son la articulación transversa del tarso (calcáneo-cuboidea y astrágalo-escafoidea) y la articulación subastragalina”<sup>9</sup>. Las inversiones y eversiones del pie constituyen los movimientos principales de estas articulaciones.

Las articulaciones entre los huesos de la fila posterior y la fila anterior del tarso forman un conjunto denominado articulación de Chopart (astragaloescafoidea y calcaneocuboidea). Esta articulación mediotarsiana permite parte de los movimientos de torsión del pie.

---

<sup>9</sup> Dalley F. A., Moore L. K. (2002) Anatomía con Orientación Clínica. (5° Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana.

Las articulaciones de Lisfranc o tarsometatarsiana unen los tres cuneiformes y el cuboides con las bases de los metatarsianos, permitiendo movimientos de flexión, extensión y lateralidad del antepie respecto al retropie<sup>6</sup>.



**Figura 3.** Articulaciones del pie.

### La bóveda plantar

La bóveda plantar asocia todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Gracias a sus modificaciones de curva y su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno durante la marcha o la bipedestación<sup>8</sup>.

“La bóveda se forma en la parte media del pie y da una gran resistencia para la carga de peso y el esfuerzo, ya que está apoyada en tres puntos que se conocen como tripe podálico”<sup>10</sup>.

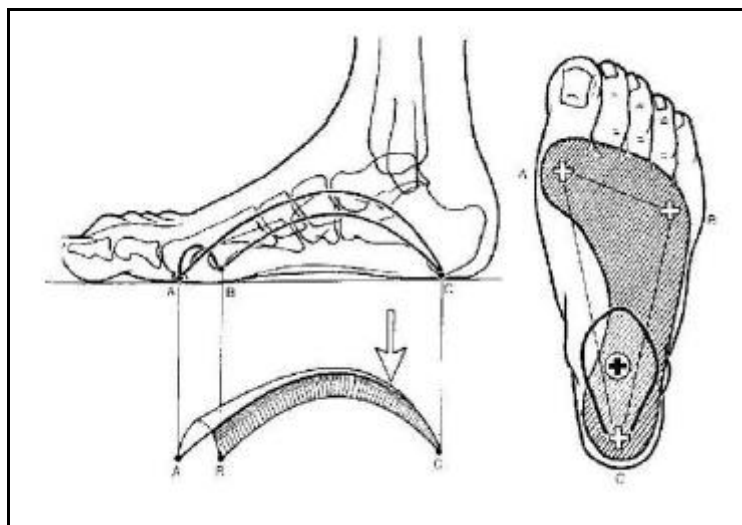
Los puntos de apoyo de la bóveda plantar se observan al hacer contacto el pie con el suelo, dejando una huella plantar mostrando

<sup>10</sup> Surós Batilló, A., Surós Batilló, J. (2001). *Semiología Médica y Tecina Exploratoria*. (8º Ed.). Barcelona, España. Elsevier-Masson

estos puntos, que son: los puntos de la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y las tuberosidades posteriores del calcáneo<sup>11</sup>. La bóveda plantar con la unión de los puntos de apoyo forman los arcos óseos del pie.

### Arcos óseos del pie

El arco anterior, el más corto y bajo, se localiza entre los dos puntos de apoyo A y B. **Ver figura 4.** El arco externo de longitud y altura intermedias, se localiza entre los dos puntos de apoyo externos B y C. Por último, el arco interno, el más largo y alto, se localiza entre los puntos de apoyo internos C y A. Este arco sólo es demostrable en descarga y actualmente se acepta que el antepie reparte la carga entre las cabezas de todos los metatarsianos<sup>12</sup>.



**Figura 4.** Arcos óseos del pie

El arco anterior se localiza desde la cabeza del primer metatarsiano, descansando a su vez sobre los dos sesamoideos, hasta la cabeza del quinto metatarsiano, a 6 mm del suelo. Pasa por la cabeza de otros metatarsianos: la segunda cabeza que constituye la clave de la bóveda

<sup>11</sup> Silberman-Varaona (1973). Ortopedia y traumatología. (3° Ed.). Buenos Aires, Argentina. Medica Panamericana.

<sup>12</sup> Martín, F. (1993) Epidemiología del pie cavo en la población escolar de Málaga. Departamento de medicina preventiva y salud pública e historia de la ciencia, universidad de Málaga.

(9mm), la tercera (8-5 mm) y la cuarta cabeza (7mm). Este arco esta subtendido por el ligamento intermetatarsiano y por el haz transverso del abductor del dedo gordo. El arco anterior se desploma con frecuencia lo que provoca la formación de callos debajo de las cabezas metatarsianas.

El arco externo contiene tres piezas óseas: quinto metatarsiano, cuboides y el calcáneo; este arco esta poco distanciado del suelo, contactando con este a través de sus partes blandas. Es mucho más rígido gracias a la potencia del ligamento calcaneocuboideo plantar y los tres músculos tensores activos: el peroneo lateral corto, el peroneo lateral largo y el abductor del quinto dedo, encontrándose a 3-5 mm del suelo.

El arco interno incluido por cinco piezas óseas; de delante atrás: primer metatarsiano, primera cuña, escafoides, astrágalo y calcáneo. Este arco conserva su concavidad por los ligamentos plantares y los músculos tibial posterior, el peroneo lateral largo, el flexor propio del dedo gordo ayudado por el flexor común de los dedos y aductor del dedo gordo, a una distancia de 15-18 mm del suelo.

La estabilidad estática de la bóveda plantar se da gracias a los ligamentos y la estabilidad dinámica se logra mediante los músculos dando resistencia y movimiento actuando como verdaderos tensores que se oponen a la deformidad del arco. Los músculos son: tibial posterior, peroneo lateral largo, flexores de los dedos y aductor del primer dedo.

### **Sistema muscular del pie**

En los huesos del pie se insertan diferentes músculos los cuales se describen a continuación haciendo una división esquemática en dos grupos: intrínsecos y extrínsecos<sup>6</sup>.

La musculatura intrínseca está formada por músculos cortos que se insertan y origina en el propio pie; y la musculatura extrínseca, que aunque tiene su origen fuera del pie, realiza su función en el propio pie.

#### *Músculos intrínsecos del pie*

Juegan un papel importante en la manutención de la estructura del pie, especialmente en el metatarso y en las falanges. Gran parte de las patologías del antepie y de los dedos se atribuye a un mal funcionamiento de estos músculos.

Los principales músculos intrínsecos del pie son:

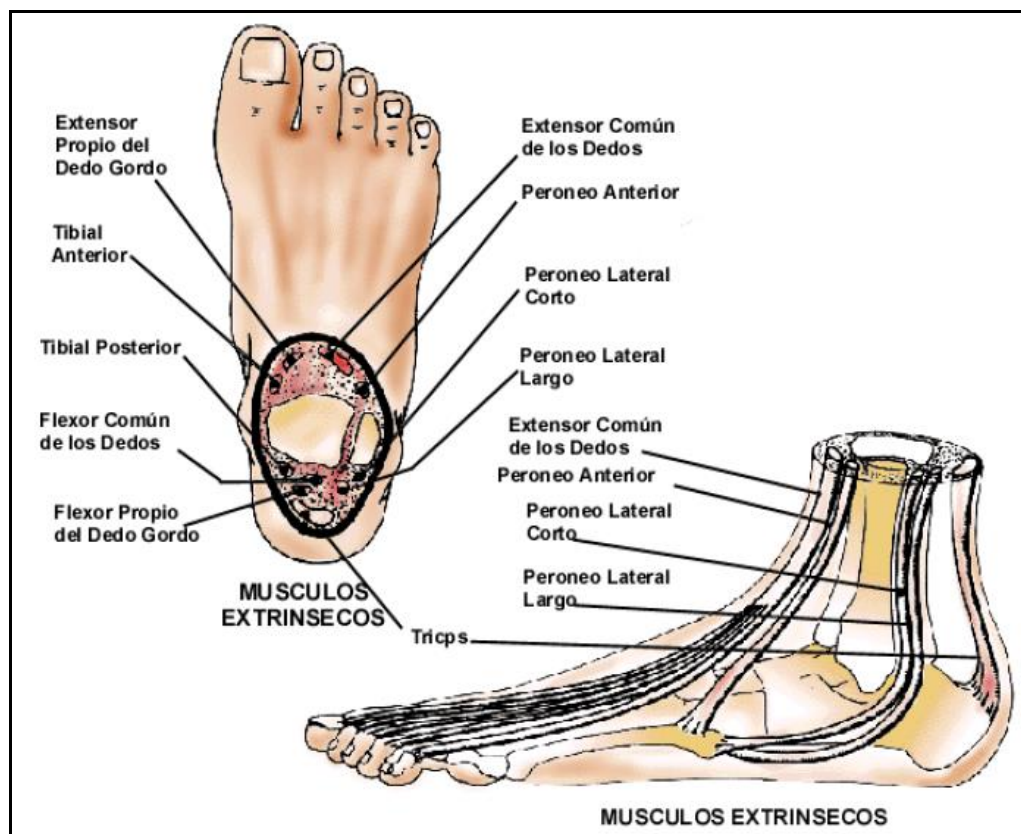
- Aductor del primer dedo
- Abductor del primer dedo
- Flexor corto del primer dedo
- Abductor del quinto dedo
- Flexor corto del quinto dedo
- Flexor corto plantar
- Cuadrado carnoso de Sylvio
- Lumbricales
- Pedio
- Interóseos dorsales y plantares.

#### *Músculos extrínsecos del pie*

De acuerdo a su función se pueden clasificar en (Ver figura 5):

- Músculos extensores
- Tríceps
- Tibial posterior
- Flexor común de los dedos
- Flexor propio del dedo gordo

- Peroneo lateral largo
- Peroneo lateral corto
  
- Músculos flexores
  - Extensor propio del dedo gordo
  - Tibial anterior
  - Extensor común de los dedos
  - Peroneo anterior
  
- Músculos supinadores del pie
  - Tibial anterior
  - Tibial posterior
  - Extensor propio del dedo gordo
  - Flexor propio del dedo gordo
  - Tríceps
  - Flexor común de los dedos
  
- Músculos pronadores del pie
  - Peroneo anterior
  - Peroneo lateral largo
  - Peroneo lateral corto
  - Extensor común de los dedos



**Figura 5.** Músculos del pie

### 2.2.2. Biomecánica del pie

El pie debe de adaptar la estática y la dinámica del cuerpo. “Existe un compromiso mecánico entre el armazón rígido del sistema osteoarticular y las estructuras que aseguran la dinámica por medio de los elementos musculotendinosos”.

El peso del cuerpo es transmitido de la pelvis a ambas extremidades y a través del fémur y la tibia llega hasta el pie. Aquí el astrágalo distribuye el peso hacia el antepié en dos columnas; una interna formada por el escafoides, las cuñas y los metatarsianos 1° y 2°; y otra externa formada por el calcáneo, el cuboides y los tres últimos metatarsianos<sup>13</sup>. “La distribución del peso en manera estática es de: 50% para el antepié y el otro 50% al retropié: el 33% va al apoyo antero interno y el 17 % al antero externo”.

<sup>13</sup> Viladot, A. (2001). Patología del antepié. (4° Ed.). Barcelona, España. Springer.

Las sollicitaciones mecánicas que soporta el pie son: las fuerzas descendentes, que provienen del peso corporal distribuidas por la articulación tibiotalariana; y las fuerzas ascendentes que llegan del suelo por la planta del pie, lográndolo mediante la adaptación y el equilibrio del seno del tarso.

### **Arcos de Movilidad**

El tobillo tiene tres ejes principales:

1. Eje transversal X-X1 (**Ver figura 6**) pasa por los dos maléolos y corresponde al eje de la articulación tibiotalariana condicionando los movimientos de flexo-extensión del pie.

La flexión aproxima la punta del pie a la cara anterior de la pierna.

La extensión aleja la punta del pie a la cara anterior de la pierna.

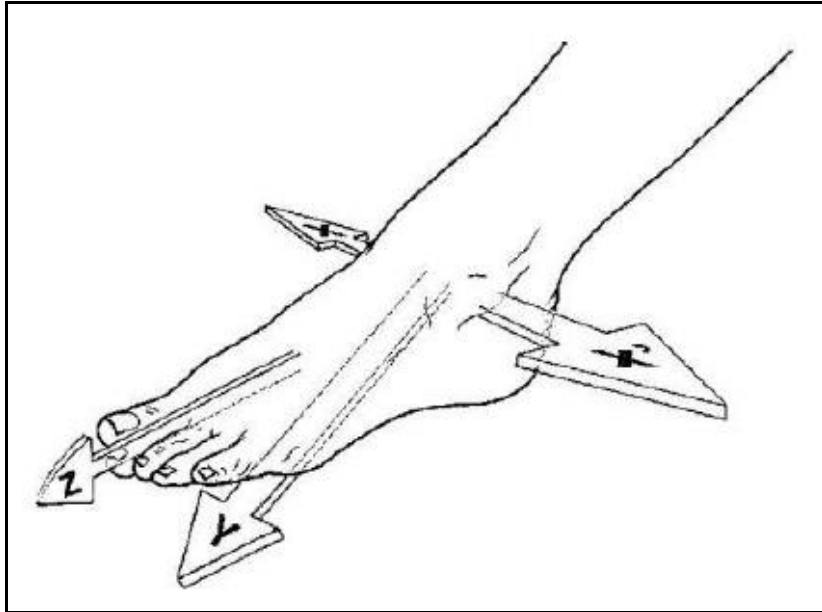
2. Eje longitudinal de la pierna Y o eje vertical (**Ver figura 6**), condiciona los movimientos de aducción-abducción del pie con la rotación axial de la rodilla flexionada.

La aducción es el movimiento que tiende a acercar el pie al plano medio del pie.

La abducción es el movimiento que tiende a alejar el pie del plano medio del cuerpo.

3. Eje longitudinal del pie Z o eje anteroposterior (**Ver figura 6**), orienta la planta del pie permitiéndole “mirar” hacia abajo, hacia fuera o hacia adentro; movimientos conocidos como pronación y supinación<sup>8</sup>.





**Figura 6.** Ejes del pie

“La supinación es el movimiento de rotación que dirige la planta del pie hacia dentro, es decir, hacia el plano medio del cuerpo.

La pronación es el movimiento de rotación que dirige la planta del pie hacia fuera”<sup>6</sup>.

### **2.2.3. Postura**

Desde el nacimiento, la columna vertebral sufre una transformación a partir de una posición de flexión derivada de la adaptada durante la vida intrauterina, que se modifica paulatinamente a medida que el niño se desarrolla e interactúa con su entorno, conllevando a modificaciones de la estructura de la columna vertebral hasta cerca de los 10 a 12 años de edad, cuyas modificaciones determinan las curvas fisiológicas que prevalecerán durante gran parte de la vida del individuo.

Para preservar la postura corporal es necesaria la actividad integrada de diferentes grupos musculares como son: los músculos paravertebrales, los cuales actúan como erectores de la columna vertebral; los glúteos que controlan la basculación excesiva de la pelvis

hacia delante; los músculos abdominales y flexores de cadera trabajan sincrónicamente para equilibrar la acción de los músculos posteriores (erectores, glúteos e isquiotibiales). Por otra parte los flexores y extensores de rodilla y tobillo se oponen de manera equilibrada para ayudar a preservar la postura<sup>14</sup>.

Algunos autores definen la postura como la relación que guardan las distintas partes del cuerpo entre sí, dando como resultado un equilibrio dinámico que puede estar sobre diversos planos y ejes del cuerpo con respecto a la gravedad siendo una cuestión individual<sup>15</sup>.

La postura estática se define como la alineación corporal mantenida de todos los segmentos en una posición específica de quietud. La postura dinámica, es la actividad corporal de los segmentos adoptada durante el movimiento.

Desde el punto de vista articular la alineación indebida causa dos tipos de problemas. Es un defecto de la alineación cuando la desviación es persistente o severa y es un defecto de la movilidad cuando el movimiento es excesivo o está limitado y pueden ser momentáneos o persistentes.

Esta alineación indebida de la postura ocasiona un desequilibrio del sistema musco-esquelético que produce un mayor gasto de energía del cuerpo, ya sea cuando éste se encuentra en actividad o en reposo, provocando cansancio y/o dolor. Las personas al tratar de restablecer el equilibrio de sus cuerpos, adoptan nuevas posiciones, ocasionando mayores deformidades, en vez de serenar los efectos de una mala postura. Estas deformidades pueden ser incapacitantes desde el punto de vista estético y de orden funcional.

---

<sup>14</sup> Lesmes, Daza. (2007). Evaluación clínico funcional del movimiento corporal humano. Colombia. Medica Panamericana.

<sup>15</sup> Kottke, Frederic, J., Lehmann, Justus, F. (1994). Krusen: Medicina física y rehabilitación. (4 Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana.

**a. Aspectos mecánicos y fisiológicos que influyen en la postura corporal**

Son numerosos los aspectos estructurales y funcionales que influyen en la postura y su control; entre ellos están la integridad y la relación de los sistemas corporales, el equilibrio muscular, la posición de ciertas articulaciones y el efecto que causa en otras.

Equilibrio muscular. Se entiende como la activación y la desactivación coordinada y sistemática de acciones musculares con mínimo consumo energético para conservar una postura estable y responder a demandas corporales de carga o movimiento.

Base de sustentación. Se define como el área de superficie delimitada por los extremos de los segmentos que se encuentran apoyados en el piso o superficie de soporte.

El control de la postura corporal no solamente permite integrar, interpretar y elaborar respuestas de ajuste postural frente a la información sensorial, sino, además, responder a la influencia y los efectos de la inercia, la fuerza de gravedad y la reacción del piso a la postura.

Inercia. Es la propiedad de los cuerpos de tender a permanecer en una condición de reposo o de movimiento uniforme. Si el cuerpo humano está en posición de reposo, tiende a permanecer “por inercia” en dicha posición hasta que no haya una fuerza que lo saque de esta condición.

Fuerza de gravedad. Atracción que ejerce la tierra sobre los cuerpos, se caracteriza por ser constante, unidireccional y actuar en todas y cada una de las partículas que constituyen la masa del cuerpo.

Fuerza de reacción de piso. Responde a la tercera Ley de Newton: la ley de reacción, la cual afirma que cuando un objeto imprime una fuerza sobre otro objeto, el segundo reacciona sobre el primero con una fuerza de la misma magnitud pero con dirección opuesta.

#### **b. Factores que alteran la postura**

Una postura defectuosa es toda aquella postura corporal que altere el alineamiento postural óptimo de los segmentos y las articulaciones, y con ello, incremente la concentración de estrés de forma asimétrica en las superficies de soporte.

Algunos definen a los defectos posturales como fallas en la integración de los mecanismos que regulan la postura. Afecta a uno de cada cinco niños aproximadamente.

Son números factores los que influyen considerablemente en la postura de un individuo; muchos de ellos pueden generar, acentuar o conducir a diferencias de alineamiento postural. A continuación se categorizan en cuatro grandes grupos:

- Hereditarios. Estos factores de predisposición se reflejan en actitudes particulares de alineamiento corporal (posturas hipercifóticas, escoliosis, genu valgo o pie plano). Estas posturas generalmente se asocian a características antropométricas también heredadas.
- Físicos. Comprende factores morfofisiológicos, hábitos posturales y deficiencias estructurales. Los morfofisiológicos comprenden las características anatómicas y fisiológicas individuales (composición estructural, movilidad, fuerza muscular, tono, etc.) y las posibles deficiencias estructurales y funcionales de los sistemas corporales, que inciden notablemente en la alineación corporal.

Los hábitos posturales pueden ser generados por afectación de limitación en el movimiento articular, también por un desequilibrio entre las fuerzas de los grupos musculares sinergistas (agonistas, antagonistas y fijadores), así como también por deficiencias en el tono muscular (hipertonía, hipotonía, flacidez), inestabilidad articular, pérdida de extensibilidad de los tejidos blandos, dolor, limitada actividad física regular, edad, entre otras. Cuando existe un factor postural incorrecto, por lo general, puede ser corregido si se detecta a tiempo de tal modo que se logran tener posturas correctas que cumplen con la condición de economía en el consumo energético.

Las deficiencias estructurales se refieren a las deformidades estructuradas que comprometen al sistema osteoarticular, caracterizadas por ser de difícil corrección con modalidades conservadoras. Se derivan de enfermedades sistémicas, deficiencias congénitas e idiopáticas o traumas.

- Psicológicos. El estado anímico de un individuo se ve reflejado en la postura dando ciertas características mediante dicha postura.
- Contextuales. Se refiere a los factores socioculturales, ocupacionales, recreacionales, las características ergonómicas y arquitectónicas en las que se desenvuelve el individuo.

#### **2.2.4. Marcha**

La marcha es la forma característica del desplazamiento humano y lo que lo diferencia del resto de los seres vivos y se define como el desplazamiento lineal del cuerpo resultado de una serie de movimientos rotatorios, que deben de realizar el tronco y las extremidades de manera rítmica y alternante.

La marcha es un proceso que cada persona aprende. Esta característica hace que se pueda diferenciar al individuo por su manera de caminar y está dado por factores como la longitud de los segmentos corporales, su masa corporal, entre otros. Constituye un elemento característico que identifica a todo sujeto, pues permite revelar aspectos individuales de la personalidad, la autoestima, la condición de salud y las situaciones emocionales de cada persona.

La marcha requiere la integración compleja de diversos sistemas y compromete varios segmentos corporales<sup>16</sup>.

Pese al carácter individual de este proceso, que durante los primeros años de la infancia se aprende, las semejanzas entre sujetos distintos son tales que se puede hablar de un patrón característico de marcha humana normal, el cual se basa en las siguientes determinantes:

1. La disociación de cintura
2. Rotación pélvica
3. Desplazamiento del centro de gravedad
4. Basculación pélvica
5. Flexión de rodilla

En la marcha, el peso del cuerpo es recibido y soportado por el primer punto de apoyo del talón (calcáneo) y, desde allí, se desplaza progresivamente hacia los puntos de apoyo anteriores (metatarsianos) a lo largo de dos vías: una interna (arco plantar longitudinal interno) y otra externa (arco plantar longitudinal externo).

En este momento, el peso del cuerpo es recibido y soportado por estos dos puntos de apoyo anteriores y repartido en toda la extensión del

---

<sup>16</sup> Inman V, Ralston M, Todd F. (1981) Human walking. Baltimore: Williams and Wilkins.

arco anterior, que soporta en el momento final del paso, todo el peso del cuerpo, auxiliado por la contracción de los cinco ortejos.

#### **a. Ciclo de la marcha y sus divisiones**

La marcha como actividad rítmica y cíclica que compromete todo el cuerpo, y en especial las dos extremidades inferiores, comprende un inicio y un final para cada ciclo.

Un ciclo de la marcha se define como el periodo en el que se presentan acciones sucesivas, alternas y uniformes; se inicia en un evento específico hasta que se repite en el pie ipsilateral generalmente, se utiliza el contacto inicial para su descripción de inicio y culminación; es decir, un ciclo de la marcha va desde el impacto del talón hasta el próximo impacto de la misma pierna.

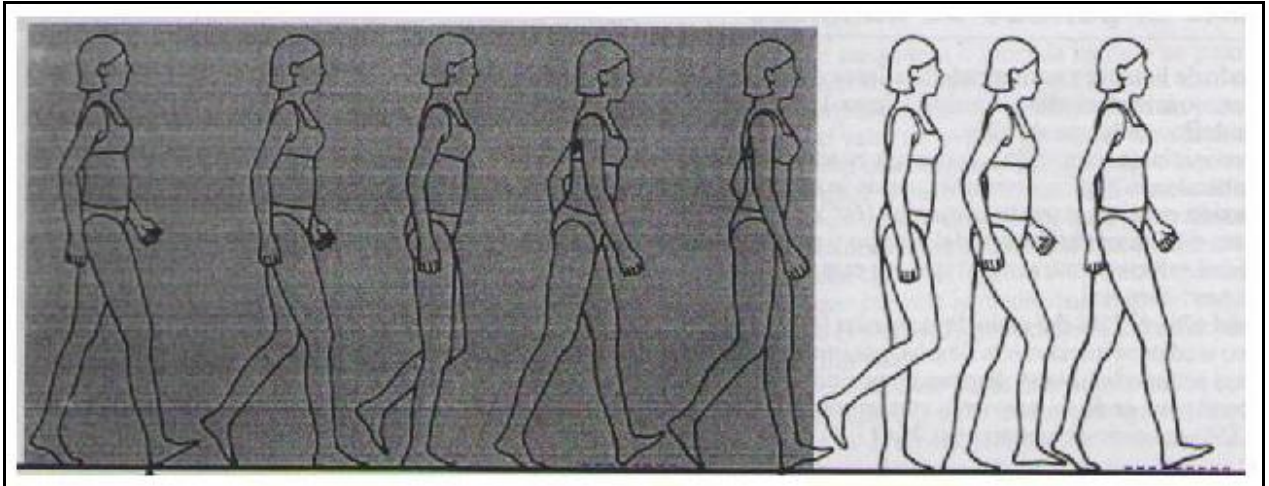
El ciclo de la marcha se divide en dos fases: apoyo y balanceo, donde el apoyo ocupa aproximadamente el 60% y el balanceo aproximadamente un 40 %.

El apoyo se refiere al tiempo que transcurre mientras que el pie permanece en contacto con el piso, permite que la carga o el peso del cuerpo se transfiera de una extremidad a la otra y se avance sobre el pie de soporte.

El balanceo es el tiempo durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia adelante, el pie pierde contacto con el piso<sup>14</sup>.

#### **Fases de los ciclos de la marcha**

Fases del ciclo de la marcha durante el periodo de apoyo:

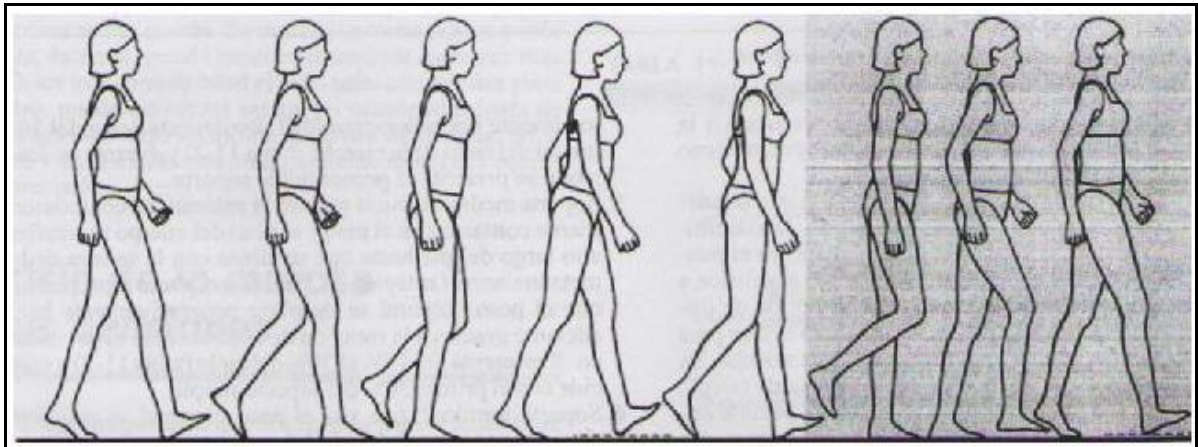


**Fig. 7** Fases de la marcha en el periodo de apoyo

1. Contacto inicial. Instante en el cual el pie que se adelanta hace contacto con el piso. Generalmente la región de impacto es el talón.
2. Respuesta a la carga. Es el intervalo en el que el pie hace contacto total con el piso y el peso corporal es soportado totalmente por esta extremidad.
3. Soporte medio. Se inicia cuando la extremidad contralateral pierde contacto con el piso y el peso del cuerpo se trasfiere a lo largo del pie hasta que se alinea con la cabeza de los metatarsianos (antepie).
4. Soporte terminal. El talón se levanta para desplazar el peso hacia los dedos y transferir la carga al pie contralateral, el cual entra en contacto con el piso.
5. Prebalanceo. Se inicia cuando el pie contralateral entra en contacto con el piso y termina cuando el pie ipsilateral (dedos) despegas del piso.

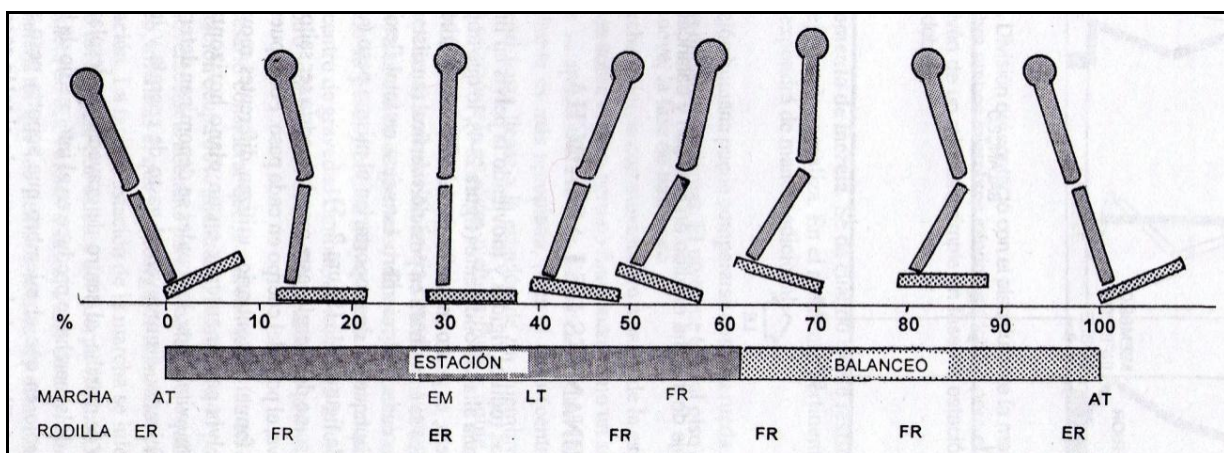
Fases del ciclo de la marcha durante el periodo de balanceo:





**Fig. 8** Fases de la marcha en el periodo de balanceo

1. Balanceo inicial o aceleración. Comienza cuando los dedos del pie abandonan el piso y termina cuando la rodilla alcanza la flexión máxima durante la marcha.
2. Balanceo medio. Se inicia con la flexión máxima de la rodilla y termina cuando la tibia se dispone en posición perpendicular con el piso.
3. Balanceo terminal o desaceleración. Se inicia en la posición vertical de la tibia y termina cuando el talón hace contacto con el piso.



**Figura 9.** Ciclo de la marcha. El porcentaje (%) muestra los incrementos de un ciclo completo de marcha- en esta figura, el

miembro inferior derecho en un ciclo. AT es el asentamiento del talón cuando inicia la fase de estación. Al asentarse el talón la rodilla se extiende (ER). Cuando el cuerpo pasa sobre el miembro inferior que sostiene el peso, la rodilla sufre ligera flexión (FR) que absorbe el choque. A estación media (EM) la rodilla se encuentra de nuevo en extensión completa, al levantar el talón (LT), la rodilla realiza leve flexión (FR) y permanece así hasta el levantamiento de los dedos (LD), esto al iniciar la fase de balanceo. La rodilla continua en esta posición durante la fase de balanceo hasta antes de repetir el asentamiento del talón, cuando la rodilla se extiende de nuevo (ER).

#### **b. Afectaciones de la marcha**

La comprensión del reparto del peso del cuerpo según la posición del pie, es trascendental para entender una parte importante de su patología.

“Las diferentes alteraciones de la estructura anatómica del pie como pie plano longitudinal, el hallux valgus, orfejos en martillo y subluxados, orfejos en garra, callosidades plantares y de los orfejos, etc., no son sino que consecuencia de una alteración en el reparto del peso del cuerpo sobre la planta del pie”<sup>17</sup>.

Las causas más comunes de los procesos patológicos que afectan a la marcha de forma esquemática son:

1. Dolor. Las reacciones fisiológicas al dolor van a alterar la marcha introduciendo además otros elementos como la limitación del movimiento y la debilidad muscular. La articulación dolorosa tiende a adoptar una postura que coincide con la mínima presión intrarticular, en estas posiciones se produce la máxima laxitud de cápsula y ligamentos.

---

<sup>17</sup> Chico, F. (2007). Pie y calzado: Diseño Biomecánico. México, D.F., Editoriales Ciatec.

2. Limitación del movimiento. Los tejidos no permiten una movilidad suficiente para adoptar posturas normales y rangos de movimiento fisiológicos durante la marcha. La contractura o retracción suele ser la causa más habitual a consecuencia de una inmovilidad prolongada o como secuelas de una lesión.

3. Debilidad muscular. Puede ser debida a una atrofia muscular por desuso, a lesiones neurológicas y a miopatías. Las predicciones sobre la capacidad de marcha, basadas en test manuales, se ven limitadas por la imposibilidad de los mismos para identificar los niveles máximos de fuerza muscular.

4. Control neurológico deficitario. Se puede presentar en la patología del sistema nervioso central o periférico manifestándose en diferentes alteraciones básicas, que se pueden dar combinadas y con diferente intensidad, como son: espasticidad, alteraciones de la coordinación, patrones reflejos primitivos y alteración de la propiocepción<sup>18</sup>.

### **2.2.5. Defectos de apoyo del pie**

El pie normal debe cubrir los siguientes criterios de acuerdo a Cailliet: no presentar dolor, exhibir un equilibrio muscular normal, no debe tener contracturas, poseer un talón central, los dedos deben estar derechos y móviles y distribuir en tres sitios de carga el peso<sup>19</sup>.

Como resultados de la pérdida de la correcta armonía entre el peso corporal, la posición y mal apoyo del pie, sobreviene una ruptura de la mecánica arquitectónica del pie en todas sus estructuras: hueso, posición de sus articulaciones, tensión de sus cápsulas articulares, ligamentos, fascias y aponeurosis plantares, fatiga muscular, deformación de los ejes del pie, de los metatarsianos y dedos, mal apoyo plantar, etc., todo lo cual se traduce en dolor, desgaste articular

---

<sup>18</sup> Perry, J. (2003, Octubre). Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Revista del Pie y Tobillo. 4(1).

<sup>19</sup> Cailliet, R. (1998). Síndromes Dolorosos Tobillo y Pie. (3º Ed.). México, D.F., Manual Moderno.

premature (artrosis), contracturas musculares dolorosas y callosidades, lo cual constituye la patología ortopédica del pie.

#### **a. Evaluación de los defectos del pie**

##### **Exploración clínica**

Exploración de la cara plantar por medio del podoscopio, que observa directamente el apoyo plantar de los pies, Se observa la piel pálida en las zonas de mayor apoyo del peso del cuerpo.

En este mismo estudio se puede observar diferentes posiciones del paciente reportando también alteraciones.

Visión posterior: Normalmente el eje del talón y el eje de la pierna no forman una línea continua, sino un ángulo fisiológico de alrededor de 5°. Cuando el talón está desviado hacia fuera, es decir, el ángulo es superior a los 5° se denomina talón valgo o valgismo de calcáneo. De lo contrario al existir una disminución del ángulo se habla de talón varo o varismo de calcáneo.

Visión anterior: Aquí se observa la garganta del pie: la cara dorsal del tarso; el metatarso y los dedos. En esta posición se observan las deformidades del antepie.

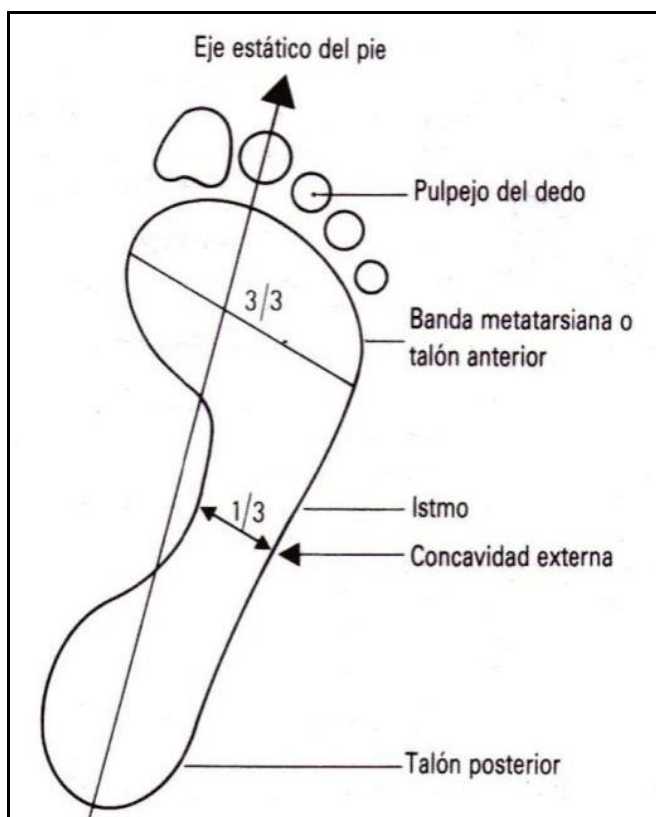
Visión interna: Se reconoce el arco interno (plano o cavo), la cara dorsal del pie (existencia de deformidades), la tuberosidad del escafoides y el apoyo global del pie.

Vista externa: Se observa el contorno del talón, la cara dorsal del pie observándose si existen prominencias óseas que sobresalen de la base y la cabeza del quinto metatarsiano<sup>6</sup>.

- **Examen de las huellas plantares**

Obtención de huellas plantares. Permite disponer de un documento dentro del historial clínico del paciente, así como practicar algunas mediciones y visualizar las presiones.

“Una huella plantar normal es aquella en la que el apoyo se realiza en el talón, borde externo del pie, cabezas de los metatarsianos y pulpejos”. “El ancho del borde externo del pie debe ser equivalente al  $1/3$  del ancho del total del antepié”.



**Fig. 10** Huella plantar normal

- **Pruebas complementarias**

La exploración clínica es suficiente en la mayoría de los casos para permitir el diagnóstico en un pie anormal así como su grado de deformidad, pero las pruebas complementarias nos permiten objetivar. Existen muchas pruebas propuestas para ello; a continuación se describen algunas:

*Podógrafo o fotopodograma.* “Se pinchea el pie con revelador y hace que al paciente pise un papel fotográfico previamente expuesto a la luz, por último se sumerge el papel en un baño fijador”<sup>13</sup>. la imagen obtenida o fotograma ha de hacerse siempre en carga. En esta se pueden medir diferentes ángulos. Bavor y Horava hacen una clasificación en la que determinan sus valores; en pie normal, en el cavo y en el plano. Forriol los obtiene para el índice del arco, en los tres casos.

*Radiologías convencionales.* En esta prueba existen diversas posiciones, ángulos y proyecciones que determinan la arquitectura ósea del pie. Como por ejemplo se valora el ángulo de inclinación plantar del astrágalo (verticalización) y el ángulo de divergencia astrágalo-calcáneo en la proyección anteposterior<sup>6</sup>.

*La Baropodometría Digital o Pedigrafía Computarizada:* es la impresión del pie, obtenida por medio de un sistema informático de escaneo digital y almacenamiento de imágenes a partir de la pisada del paciente. Permite distinguir fácilmente los hiperapoyos del pie, brindando además parámetros adicionales que ayudan a realizar un mejor y más preciso diagnóstico: determinación de áreas de mayor presión en la pisada del pie; determinación del contorno del pie; imagen en 16 millones de colores; zoom de imágenes y cálculo automático del largo del pie y número de calzado<sup>20</sup>.

*Resonancia Magnética.* Esta técnica se utiliza de forma reciente en el estudio de las deformidades de los pies. Con esta técnica se puede determinar la evolución de las alteraciones del pie en el niño.

A pesar de estos métodos exploratorios, muchos autores concuerdan en creer que lo más importante es el estudio clínico. Así, Lelievre

---

<sup>20</sup> Corrales, R. (Septiembre, 1999). Epidemiología del pie cavo en la población escolar de Málaga.

afirma que el estudio radiológico no es más que una prueba complementaria para el diagnóstico<sup>21</sup>.

### 2.2.6. Pie plano

El pie plano del niño es el defecto en la cual existe una disminución del arco interno del pie. Normalmente existe siempre una desviación del calcáneo en valgo, por lo que este hecho suele incluirse en la definición.

#### *Etiología*

Núñez-Samper y Llanos establecen tres grupos etiopatogénicos de pies planos en relación con la lesión original<sup>22</sup>.

1) Pie plano por alteraciones óseas.

Congénitos, adquiridos.

2) Pie plano por alteraciones ligamentosas.

Endocrinológico, secundario a afecciones generalizadas.

3) Pie plano por alteraciones neuromusculares.

Traumatismos del tibial posterior, de parálisis flácidas, de parálisis espásticas.

#### *Manifestaciones clínicas*

Los niños se quejan de: caída fácil, marcha en rotación interna, cansancio precoz (quiere que lo lleven en brazos), deformación del calzado, desgastado el borde interno del zapato, dolores en los pies, las pantorrillas y cara anterior de las piernas, calambres nocturnos y marcha en rotación interna.

---

<sup>21</sup> Lelievre, J., Lelievre J. F. (1993) Patología del pie: Fisiología Clínica: Tratamiento Médico Ortopédico y Quirúrgico. (4º Ed.). Barcelona. Elsevier-Masson.

<sup>22</sup> Núñez-Samper, M. Llanos Alcázar, L. F. (1997). Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona, España. Elsevier-Masson.

El dolor es un síntoma muy variable, porque no existe en muchos pies planos y porque el niño elimina o amortigua el dolor con la marcha en rotación interna.

### *Tratamiento*

□ Promover la actividad cuando y donde sea posible minimizando los efectos de la inactividad.

□ Corregir la ineficiencia de los músculos específicos o grupos de músculos. Ejercicios Terapéuticos: Trabajo específico de tonificación de la musculatura estabilizadora de tobillo (énfasis en el tibial posterior y PLL). Potenciación de la musculatura intrínseca de los pies (interóseos, flexor corto de los dedos).

□ Ejercicios de marcha: marcha en puntillas, sobre el borde externo del pie, sobre plano inclinado.

□ Ejercicios de equilibrio y de reeducación propioceptiva, sobre planchas móviles y cilindros, del pie y del miembro inferior en su conjunto.

□ Restablecer o mejorar la amplitud normal del movimiento de la articulación, sin perturbar la obtención de movimiento funcional eficiente.

Los ejercicios para tratar el pie plano pretenden reforzar la musculatura supinadora del pie, principalmente el tibial posterior, además de corregir los defectos posturales que interfieren en la marcha.

En el tratamiento del pie plano flexible, también es muy útil la elongación, ya que aumenta las cualidades físicas y la eficiencia muscular; la elongación pasiva del tríceps sural consigue



indirectamente aumentar la flexión dorsal real del pie y se corrige el valgo del calcáneo, si este existiera.

### **2.2.7. Pie cavo**

Alteración estructural del pie caracterizada por un aumento de altura del arco plantar longitudinal, asociado habitualmente a rigidez articular, llevando a una aponeurosis plantar tensa, a una disminución de superficie de apoyo y a una posición de calcáneo varo pudiendo presentar un aumento de dedos en garra<sup>23</sup>.

Los pies cavos a edades tempranas, presentan muy pocas molestias y no suelen alterar significativamente la marcha. Con el paso de los años, se van haciendo cada vez más rígidos, y comienzan a manifestar la sintomatología típica de la edad adulta: metatarsalgias; talalgias e hiperqueratosis plantares.

#### *Etiología*

Frecuentemente es de origen hereditario, pero nunca aparece en el momento del nacimiento, sino que se desarrolla en edades posteriores. Debe investigarse una posible causa neurológica.

“Actualmente la etiología neurológica es la más frecuente, especialmente en niños en crecimiento en los que se recomienda la detección de enfermedad neuromuscular o lesión intraespinal”<sup>22</sup>.

La mayoría de los autores clasifican el pie cavo en cuatro grandes categorías: idiopático, congénito, neuromuscular y por otras. De acuerdo a la clasificación de Lovell y Winter se consideran:

1. Congénito.
2. Neuromuscular.

---

<sup>23</sup> Baumgartner, R. (1997). Tratamiento ortésico-protésico del pie. Barcelona, España: Masson.

### 3. Otras causas. Traumáticas, infecciones, quemaduras.

#### *Manifestaciones clínicas*

En el podoscopio se observa el istmo de la huella plantar muy reducido o ausente. Este tipo de pie se caracteriza por dificultad para calzarse ya que el andar con zapatos planos resulta difícil; marcha danzante por la desnivelación y el ataque contra el suelo por el talón anterior (dificultando la marcha prolongada); la inestabilidad del tobillo provocando esguinces de repetición; e hiperqueratosis en la región del antepie.

#### *Tratamiento*

Los objetivos del tratamiento conservador son: disminuir el arco aumentado; disminuir el varo de retropié; pronar el antepie; descargar las cabezas metatarsianas; alargar y bajar el arco longitudinal; lograr que los pulpejos de los dedos contacten el suelo; facilitar el normal desarrollo del paso y corregir los dedos en garra<sup>23</sup>.

Los estiramientos de las cadenas posteriores son muy importantes, debido a que este pie cursa con hipertonía muscular, y por ello tienen la musculatura acortada. Practicar ejercicios en planos inestables como por ejemplo mantener el equilibrio sobre pelotas de tenis de forma alternativa en cada pie.

Se puede realizar masoterapia en la fascia plantar para preparar al pie para los ejercicios:

- Caminar descalzo sobre un terreno firme como el suelo.
- Subir rampa apoyando 1º el talón.
- Bajar rampa hacia atrás apoyando 1º el talón.

Un calzado correcto respecto a la desviación, ejercicios específicos y órtesis plantares bien adaptadas como el uso de plantillas correctoras del apoyo (plantillas de apoyo retrocapital), como el uso de zapatos elevando la altura del tacón 3-4 cm.

El tratamiento quirúrgico es necesario en presencia de deformaciones importantes o evolutivas que entorpezcan el calzado o por dolores<sup>6</sup>.

### **2.2.8. Descenso de arco anterior**

El también denominado pie plano transversal donde la línea de las cabezas metatarsianas está ensanchada y el arco transversal aplanado; puede derivar en una desviación o angulación del hallux respecto al eje del pie a nivel de la articulación MTF (hallux valgus), así como también dedos en garra o martillo. La carga principal se ejerce en los radios medios. La piel reacciona con hiperqueratosis.

Corresponde a la más frecuente de todas las patologías ortopédicas del pie. Es un síndrome doloroso ubicado en toda la extensión del apoyo anterior o metatarsiano del pie.

#### *Etiología*

La causa más frecuente se atribuye a una insuficiencia musculoligamentosa con base hereditaria. “Esta deformidad es una de las llamadas “enfermedades de la civilización” por uso de tacones, suelas blandas, falta de movilidad, sobrepeso, etc. En esta alteración existe un defecto estructural, el talón anterior tiende a hacerse convexo”<sup>21</sup>.

#### *Manifestaciones clínicas*

Se produce por una sobrecarga del peso del cuerpo, exagerada y sostenida, sobre el apoyo metatarsiano o talón anterior del pie, desapareciendo el arco transversal. La distancia entre las cabezas metatarsianas aumenta. Es mayor entre las cabezas de los extremos (I-II y IV-V) que entre las situadas en medio. El eje longitudinal del I

metatarsiano se puede desviar unos 10-30° del eje longitudinal del antepie, formándose el I metatarsiano varo. Con la tracción muscular en esta mal posición se produce una desviación del dedo gordo a una posición de valgo. Como consecuencia de esta deformidad, las cabezas de los metatarsianos I y V sobresalen por el borde interno y externo del pie.

#### *Tratamiento*

La finalidad del tratamiento es la eliminación del dolor y una mejor distribución de las presiones de las cabezas metatarsianas, no solo en bipedestación, también en la fase de despegue, para mejorar la eficacia de apoyo y marcha. Se puede complementar con tratamiento ortésico que consta en: plantilla con almohadillas retrocapital en forma de corazón o transversas; calzado con tacón no demasiado alto; barra de balancín para las cabezas metatarsianas, transversa o en forma de mariposa<sup>23</sup>.

#### **2.2.9. Pie valgo**

Se define como el ángulo de talón pierna superior a los 5°, con el talón desviado hacia afuera. En ocasiones provoca la caída del astrágalo hacia abajo y hacia dentro que arrastra consigo el escafoides; y aparecen entonces dos o tres maléolos en el borde interno del pie.

#### *Etiología*

Generalmente se trata de un defecto de construcción de la articulación subastragalina. “El ligamento interóseo, que es deficiente: demasiado largo o demasiado laxo, deja girar el calcáneo en pronación y las superficies encaradas se adaptan a una nueva posición”<sup>21</sup>.

#### *Manifestaciones clínicas*

Si el valgo persiste al andar se produce un desgaste demasiado interno del talón. La reducción es favorecida con el huso de zapatos con

contrafuertes laterales. Puede ser necesario también uso de órtesis plantares con cuñas supinadoras posteriores o taloneras supinadoras<sup>6</sup>.

#### *Tratamiento*

- Masoterapia.
- Movilización pasiva.
- Ejercicios: Corrección de la marcha: pies alineados y tronco erguido.
- Reeducación de la prensión: desarrollo de flexores, lumbricales e interóseos.
- Caminar de puntillas: potenciar tríceps sural, peroneo lateral largo y flexor del 1er dedo.
- Caminar sobre los talones: potenciar tibial anterior.
- Subir y bajar rampa con talones: potenciar tibial anterior.
- Marcha sobre borde externo del pie: potenciar tibial posterior.
- Moldear objeto duro con la planta del pie.
- Flexión y extensión de los dedos con apoyo del talón a una pequeña altura.
- Flexión, extensión y abducción libre de los dedos.

#### **2.2.10. Pie varo**

Se define por un ángulo talón-pierna inferior a 5° y el talón se desvía hacia dentro respecto a la pierna.

#### *Manifestaciones clínicas*

Es menos frecuente y de peor diagnóstico funcional, a largo plazo, que el valgo. Habitualmente se integra en un pie cavo. Para tratarlo se deben llevar zapatos adecuados y órtesis plantares con cuña pronadora y asistir a sesiones de reeducación muscular<sup>6</sup>.

#### *Tratamiento*

- Subir por la rampa.
- Bajar la rampa caminando hacia atrás.

- Subir y bajar la rampa lateralmente: así se trabaja la musculatura externa e interna de la pierna.
- Caminar de talones.
- Subir y bajar las escaleras.
- Movilización activa libre de tobillo en sedestación, con flexión de cadera y rodilla para disminuir el reflejo extensor. También activa asistida o pasiva.
- Caminar sobre materiales blandos.

## **CAPÍTULO III**

### **PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **RESULTADOS**

El presente estudio de investigación tuvo por objetivo determinar la prevalencia de alteraciones plantares en niños de la Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica. Se diseñó un estudio observacional, prospectivo y transversal. Cabe señalar que inicialmente se planteó evaluar niños entre 3 y 6 años, pero de acuerdo a la población presente en la institución educativa evaluada, se integraron al estudio niños de 2 y 7 años de edad. Además, el muestreo fue no probabilístico e incluía a 15 estudiantes por cada nivel académico (Haciendo un total de 90 niños a evaluar); sin embargo se amplió el número de evaluados en cada grado (Evaluándose al final 106 niños).

En las Tabla 01 se muestra la distribución de los niños evaluados según los niveles de educación presentes en el colegio Jean Piaget. La mayoría de niños estuvo constituida por aquellos en 1° y 2° grado de primaria con el 29.2 y 26.4%,

respectivamente. La distribución en los niveles inicial 1°, 2° y 3° fue similar (15.1, 15.1 y 14.2% respectivamente).

En la Tabla 02 se muestra la distribución por edades, siendo las edades más frecuentes niños de 5 y 6 años (26.4 y 25.5% respectivamente). Además al análisis de las medidas de tendencia central evidencia un promedio de edad de  $5.12 \pm 1.385$  IC95 (2 - 7 años).

En la Tabla 03 se muestra la distribución de los evaluados según sexo, y se evidencia que los varones representan el 60.4% del total de los evaluados.

En la Tabla 04 se muestra la distribución de acuerdo a la evaluación del IMC, el cual se establecieron 04 categorías (bajo peso, peso saludable, sobre peso y obeso), según el análisis de los percentiles 5, 85 y 95, tal como lo establece la organización mundial de la salud. Se aprecia que el 79.2% de los evaluados presentaron peso saludable, mientras que el 11.3% presentaron sobre peso y solo 3 casos tuvieron obesidad.

En la Tabla 05 se muestran los resultados de las medidas de tendencia central de las variables antropométricas (peso, talla e IMC). El promedio del peso de los niños evaluados fue de  $17.60 \pm 2.99$  IC95 (11-23 kg). El promedio de la talla de los niños evaluados fue de  $1.07 \pm 0.09$  IC 95 (0.87-1.20 m). El IMC tuvo un promedio de  $15.16 \pm 1.01$  IC95 (12.9-18.0 kg/m<sup>2</sup>). También se realizó el cálculo de los percentiles 5, 85 y 95 para establecer las 4 categorías de evaluación del IMC y definir si los niños presentaban peso normal, bajo peso, sobre peso u obesidad.

En la Tabla 06, se evidencia que todos los niños utilizaron calzado del tipo convencional, no habiendo ni un solo caso con uso de calzado ortopédico.

En la Tabla 07 se muestra la evaluación de la huella plantar obtenida con el podógrafo. Se evidencia que el 53.8% presentó algún tipo de alteración en la huella plantar.



En la Tabla 08 se muestra la distribución de los evaluados de acuerdo al tipo de alteración plantar que presentan los niños. Se evidencia que la patología más frecuente es el pie plano (29.2%), seguido del pie cavo (13.2%), pie valgo (7.5%) y pie varo (3.8%).

En la Tabla 09 se muestra el análisis de normalidad de las variables de estudio mediante el empleo de la prueba de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov. Se evidencia que los datos siguen una distribución normal, sin embargo los datos del IMC no, por ende al análisis de las medidas de tendencia central se considera la mediana y a las pruebas de hipótesis se utiliza el chi cuadrado no paramétrico.

En la Tabla 10 se muestra la contingencia de las variables sexo y evaluación de huella plantar con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas en la distribución de alteraciones en la huella plantar de acuerdo al sexo de los evaluados. Se aprecia que no existen diferencias significativas ( $p=0.573$ ) en la distribución de huella patológica entre varones y mujeres. Además, la relación entre la evaluación de la huella plantar y el sexo es muy baja ( $r^2=0.055$ )

En la Tabla 11 se muestra la contingencia de las variables edad y evaluación de huella plantar con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas en la distribución de alteraciones en la huella plantar de acuerdo a las edades de los evaluados. Se aprecia que no existen diferencias significativas ( $p=0.0.893$ ) en la distribución de huella patológica entre niños de 2 a 7 años. Además, la relación entre la evaluación de la huella plantar y las edades es muy baja ( $r^2=0.069$ ). Ver Gráfico 01. También se puede evidenciar que la distribución de patologías de la zona plantar de los niños evaluados de acuerdo a las edades. Ver Gráfico 03 y 04

En la Tabla 12 se muestra la contingencia de las variables IMC y evaluación de huella plantar con la finalidad de conocer si existen diferencias significativas en la distribución de alteraciones en la huella plantar de acuerdo al IMC de los evaluados. Se aprecia que no existen diferencias significativas ( $p=0.705$ ) en la

distribución de huella patológica entre niños con bajo peso, peso saludable, sobrepeso y obesos. Además, la relación entre la evaluación de la huella plantar y el IMC es muy baja ( $r^2=-0.104$ ). Ver gráfico 01 y 02

En la Tabla 13 se muestra el análisis de regresión ordinal para determinar cuáles son las variables que generan mayor influencia en la presencia de alteraciones plantares en los niños evaluados. Para este análisis se consideró como variables de influencia a la edad, sexo e IMC. Se aprecia que ninguna de las variables genera incremento significativo (todos los p-values son mayores a 0.05) en relación a la presencia de alteración en la huella plantar

En el Gráfico 05 se evidencia que el promedio del ángulo de Rodación en niños con una evaluación de la huella plantar normal presentan es mayor comparado con el promedio obtenido para aquellos niños evaluados con huella plantar patológica. Es importante señalar que el promedio del ángulo de Rodación en el total de niños evaluados fue de  $62.86 \pm 3.01$  IC95 (57 - 69°).

En el Gráfico 06 se aprecia que el promedio del ángulo de Rodación es más alto para aquellos con pie varo, caso contrario a lo observado en aquellos con pie plano, valgo e incluso cavo.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia de alteraciones posturales en niños de la Institución Educativa N° 22382 Juan Pablo II del Distrito de Ica.

Es evidente que los pies constituyen la base del cuerpo humano, unos pies con problemas conllevaría por lo general, a complicaciones secundarias a causa de ello. El pie puede sufrir numerosas deformidades y alteraciones funcionales, como en el caso de los pies planos, producidos por la debilidad de los músculos y de los ligamentos del arco. Muchos autores definen lo se define como la deformación del pie como consecuencia de alteraciones en la elasticidad de los ligamentos por lo que la estructura ósea pierde la relación interarticular entre retropié y la parte media del pie, por lo que ocurre un desequilibrio muscular. Dicho de otra manera, el pie plano es una deformidad en valgo con aplanamiento gradual del arco longitudinal del pie que se observa de 30 meses de edad en adelante. Por esta razón es que creímos conveniente incluir a niños de 2 años, considerando que a partir de esta edad ya se pueden identificar problemas en la zona plantar del pie. En los primeros años de vida, el pie puede tomar el aspecto de plano debido al espesor de las partes blandas, o al incompleto aun desarrollo de los músculos y ligamentos, aunque el arco interno está constituido normalmente. Más aún existen autores que consideran fisiológico entre el primer y cuarto año de vida, porque existe una almohadilla grasa que borra la bóveda plantar. En niños con sobrepeso en que se sospecha un pie plano ulterior o si los hermanos mayores lo poseen, no hay inconveniente tratarlos después del año por precaución. En niños mayores y adolescentes la marcha parece normal pero se denotan los zapatos gastados hacia dentro y aparecen los síntomas de cansancio y dolor de pies en ciertas actitudes del sujeto.

Si revisamos la prevalencia del pie plano laxo infantil en la bibliografía, nos encontramos con cifras muy dispares. Sin embargo la mayoría de los autores admiten que con el incremento de la edad la prevalencia del pie plano, decrece.

Nuestro estudio refleja una prevalencia muy alta (aprox. 1 de cada 2 niños sufre de alguna alteración en la zona plantar, siendo la más frecuente el pie plano), e incluso una distribución muy similar entre varones (51.6%) y mujeres (57.1%). Diversos estudios difieren mucho en los valores de prevalencia de alteraciones plantares en niños evaluados a distintas edades. Por ejemplo, Morley en el año 1957 realiza un estudio de 769 niños en edades comprendidas desde 1 a 11 años y encuentra que un 97% de los menores de 18 meses tenían los pies planos y un 4% a la edad de 10-11 años. Cifras similares obtiene Brooks, M. en el año 1991 cuando al realizar un muestreo de 221 niños de 18 meses encuentra el 93% con los pies planos. Gil, A. en el año 1991 estudia 586 escolares de Madrid de edades comprendidas entre los 6 y los 13 años y siguiendo la clasificación de pie plano de Rose encuentra una prevalencia de 8,7%, pero habla de una relación directa con la edad, predominando en niños con 6 años. Martin, F. en 1993 habla de un 2,7% en una muestra de 1.181 niños de edades comprendidas entre los 4 y los 13 años. Este mismo autor, cuando ajusta por grupos de edades encuentra que el 75% de los pies planos de su serie pertenecían a niños de 4 y 5 años y solo un 12,5 % al grupo de 12-13 años.

Un dato importante a considerar es el valor promedio del ángulo de rodación con la ayuda del podoscopio. Se obtuvo una distribución normal; la media, como se ha indicado, fue de  $62.86 \pm 3.01$  IC95 (57 - 69°), siendo el valor normal o regular reportado en la literatura de 65,5°. Ello muestra que, en realidad, los valores encontrados en la población estudiada se asemejan considerablemente a los esperados. En general la medida de distintos ángulos anatómicos del pie se ha utilizado para el diagnóstico y para la evaluación de los resultados tras la intervención de diversas anomalías tales como el hallux valgus, hallux rigidus, etc. (Greve et al., 1994).

Por lo que respecta a los grados del ángulo de rodación, los valores comprendidos entre 64° y 66° corresponden a niños con una tendencia a la marcha fisiológica. Por el contrario los valores mayores a 67° son aquellos niños

con una tendencia a la marcha en abducción y por debajo de estos  $58^{\circ}$  y los  $63^{\circ}$ , son aquellos niños con una tendencia a la marcha en abducción. Así la determinación del ángulo de rodación nos informará acerca del tipo de marcha (patológica o no) y también acerca de la patología (abducción o aducción). Por ende, la manifestación de estos problemas en zona plantar requiere que se implementen medidas terapéuticas, las cuales pueden ser variadas y abarcan desde el uso de plantillas correctoras, ejercicios de re-educación, hasta la cirugía de músculos y huesos que construyen la bóveda plantar. La aplicación de los mismos estará de acuerdo con el tipo de alteración plantar y la edad del sujeto afectado, de ahí la necesidad de que los padres y maestros conozcan la importancia del pie con un buen arco plantar en los niños y las consecuencias a largo plazo que tendrá un pie plano no tratado. Sin embargo, diversos autores en la actualidad señalan la ineficacia del uso de calzados o plantillas ortopédicas como alternativa de tratamiento a las patologías plantares. Por ejemplo, Staheli, L.T. (1.994) opina que los soportes plantares y los zapatos ortopédicos son innecesarios para el tratamiento del pie plano laxo infantil, pudiendo incluso ser dañinos. Dado que hay estudios científicos sobre los pies que anduvieron descalzos y los que se calzaron pronto, demostrando el efecto nocivo del zapato en los mismos, nos hace pensar que no vamos a corregir un pie plano constriñéndolo, sino más bien dejándolo en libertad. Hoffinger, S.A. (1.996) dice que el pie plano laxo infantil evoluciona espontáneamente y no requiere tratamiento ortopédico. Mosca, V.S. (1.997) afirma que el pie plano está presente al nacimiento y evolucionan espontáneamente en la primera década de la vida. No encuentra estudios científicos que demuestren la eficacia del tratamiento con soportes plantares o con calzado ortopédico.

Finalmente, es importante indicar que el tratamiento de los problemas descritos depende exclusivamente de la capacidad de tengan los padres para identificar y tratar a sus niños; y en el presente estudio se refleja una completa desinformación al respecto, considerando que más de la mitad de los evaluados presentaron alteración plantar y sin recibir algún tipo de tratamiento ortopédico.

## CONCLUSIONES

- La prevalencia total de alteraciones plantares en niños entre 2 y 7 años de la Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, es 53.8 %.
- La prevalencia de alteraciones plantares en varones es del 51.6 % y en mujeres es del 57.1%, pero sin diferencia significativa.
- La alteración plantar más frecuente es el pie plano, seguido del pie cavo, valgo y varo.
- Ningún niño/a evaluado/a recibe tratamiento mediante el empleo de zapatos y/o plantillas ortopédicas.
- La edad no es un factor que influya el incremento de la prevalencia de alteraciones plantares.
- El peso, talla e índice de masa corporal no son factores que influyan en el incremento de la prevalencia de alteraciones plantares.

## **RECOMENDACIONES**

- Incluir métodos radiográficos para definir de manera exacta y precisa las alteraciones plantares.
- Considerando la elevada prevalencia de las alteraciones plantares, es importante dar información a los padres y profesores que estén en contacto con niños de edades preescolares para concientizar sobre la importancia de una atención adecuada, ya que pocos son los padres de familia que ponen atención en las posturas y/o inconvenientes en la marcha de sus hijos y llegan a detectar los problemas hasta que las alteraciones plantares son evidentes. Para evitar, que estas situaciones de inicio, lleguen a consecuencias lamentables, se recomienda incrementar programas de detección de defectos de apoyo del pie, junto con pláticas en toda la comunidad trascendiendo más allá que de las escuelas, dando puntos clave para detectar problemas en las zonas plantares de sus hijos; y brindar apoyo para aplicar un tratamiento adecuado y oportuno.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M.** Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*. 2006 Aug;118(2):634-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16882817>
2. **Mansoor Ali, Muhammad AsadUllah, Imran Amjad.** Prevalence of the flat foot in 6-10 years old school going children. *Rawal Medical Journal*: Vol. 38. No. 4, October-December 2013. Disponible en: <http://www.scopemed.org/?mno=38128>
3. **Vergara-Amador Enrique, Rafael Fernando Serrano Sánchez, Juan Rafael Correa Posada, Adriana Carolina Molano, Oscar A. Guevara.** Colombia Médica - Vol. 43 N° 2, 2012. Disponible en: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/comedica/article/view/785/2238>
4. **AymelekCetin, SedatSevil, LeylaKaraoglu, BircanYucekaya.** Prevalence of flat foot among elementary school students, in rural and urban areas and at suburbs in Anatolia. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. July 2011, Volume 21, Issue 5, pp 327-331. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00590-010-0717-2>
5. **J. E. Dunn, C. L. Link, D. T. Felson, M. G. Crincoli, J. J. Keysor and J. B. McKinlay.** Prevalence of Foot and Ankle Conditions in a Multiethnic Community Sample of Older Adults. *Am. J. Epidemiol.* (2004) 159 (5):491-498. Disponible en: <http://aje.oxfordjournals.org/content/159/5/491.full>



6. **Goldcher, A.** Manual de Podología. (1° Ed. Traducción de la 2° Ed. Original). Barcelona, España. Elsevier-Masson. 1992
7. **Nordin, M., Frankel V. H.** Biomecánica Básica del Sistema Musculo-esquelético, (3° Ed.). Madrid, España. McGraw - Hill Interamericana. 2004
8. **Kapandji, A. I.** Fisiología Articular. Tomo II. (6° Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana. 2002
9. **Dalley F. A., Moore L. K.** Anatomía con Orientación Clínica. (5° Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana. 2002
10. **Surós Batilló, A., Surós Batilló, J.** Semiología Médica y Técnica Exploratoria. (8° Ed.). Barcelona, España. Elsevier-Masson. 2001
11. **Silberman-Varaona.** Ortopedia y traumatología. (3° Ed.). Buenos Aires, Argentina. Medica Panamericana. 1973
12. **Martin, F.** Epidemiología del pie cavo en la población escolar de Málaga. Departamento de medicina preventiva y salud pública e historia de la ciencia, universidad de Málaga. 1993
13. **Viladot, A.** Patología del antepie. (4° Ed.). Barcelona, España. Springer. 2001
14. **Lesmes, Daza.** Evaluación clínico funcional del movimiento corporal humano. Colombia. Medica Panamericana. 2007
15. **Kottke, Frederic, J., Lehmann, Justus, F.** Krusen: Medicina física y rehabilitación. (4 Ed.). Madrid, España. Medica Panamericana. 1994

16. **Inman V, Ralston M, Todd F.** Human walking. Baltimore: Williams and Wilkins. 1981
17. **Chico, F.** Pie y calzado: Diseño Biomecánico. México, D.F., Editoriales Ciatec. 2007
18. **Perry, J.** Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Revista del Pie y Tobillo. 4(1). 2003
19. **Cailliet, R.** Síndromes Dolorosos Tobillo y Pie. (3° Ed.). México, D.F., Manual Moderno. 1998
20. **Corrales, R.** Epidemiología del pie cavo en la población escolar de Málaga. 1999
21. **Lelievre, J., Lelievre J. F.** Patología del pie: Fisiología Clínica: Tratamiento Médico Ortopédico y Quirúrgico. (4° Ed.). Barcelona. Elsevier-Masson. 1993
22. **Núñez-Samper, M. Llanos Alcázar, L. F.** Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona, España. Elsevier-Masson. 1997
23. **Baumgartner, R.** Tratamiento ortésico-protésico del pie. Barcelona, España: Masson. 1997

# ANEXOS

### ANEXO 01: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
Factores de riesgo	Aspecto ambiental en el cual el niño se desarrolla	Factores internos y externos	Presenta / No presenta	Nominal	Ficha de recolección de datos
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TÉCNICA E INSTRUMENTO</b>
Alteraciones plantares	Deformación de la zona plantar generando problemas en la marcha del afectado.	Valor del ángulo de rodación	Index plus/minus: 62°-66° Index plus: < 62° Index/minus: > 66°	Ordinal Politómica	Podógrafo Ángulo de rodación Regla Transportador
		Huella del arco plantar en proporción al ancho del pie en la impronta plantar	Pie estándar Pie plano Pie cavo Pie talo Pie varo Pie valgo Pie equino	Ordinal politómica	Podógrafo Cinta métrica
<b>VARIABLE INTERVINIENTE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>VALOR FINAL</b>	<b>ESCALA</b>	<b>TÉCNICA E INSTRUMENTO</b>
Edad Sexo Peso Talla Índice de masa corporal	Condición demográfica	Edad cronológica Fenotipo Fenotipo Fenotipo Fenotipo	Años Masculino / Femenino En kilogramos En metros Kg/m <sup>2</sup>	Numérica Nominal Numérica Numérica Numérica	Ficha de recolección de datos

## ANEXO 02: MATRÍZ DE CONSISTENCIA

**Título:** Prevalencia de Alteraciones Plantares en Estudiantes de Nivel Primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTO
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>		
¿Cuál es la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica?	Determinar la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica	Existe presencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.	<b>Variable independiente</b> Factores de riesgo	Podografía
			<b>Variable dependiente</b> Alteraciones plantares	Ficha epidemiológica
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>		Observación directa
¿Cuáles son los factores asociados al desarrollo de pie plano en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad?	Evaluar los factores asociados al desarrollo de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad	Existen factores asociados al desarrollo de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.	<b>Variable interviniente</b> Edad Sexo Peso	
¿Cuáles son las alteraciones plantares más frecuentes en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad según el sexo?	Determinar la alteraciones plantares más frecuentes en estudiantes de nivel primario entre 3 y 7 años de edad según el sexo	Existen diferencias en la frecuencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica.		

### ANEXO N° 03: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Fecha: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_

1. Grado académico: \_\_\_\_\_

2. Edad: \_\_\_\_\_

3. Género: F\_\_\_\_ M\_\_\_\_

4. Peso (Kg): \_\_\_\_\_

5. Talla (mts): \_\_\_\_\_

6. Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

7. Tipo de calzado:

Convencional ( )                  Ortopédico ( )

8. Uso de plantillas ortopédicas para pie plano:

Si ( )                                  No ( )

9. Huella plantar:

Normal ( )                          Patológica ( )

10. Tipo de patología:

Plana ( )                                  Cava ( )                                  Vara ( )

Valga ( )                                  Equina ( )                                  Tala ( )

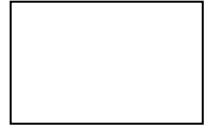
11. Valor del ángulo de rodación: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL ICA

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

**ANEXO N° 04: IMPRONTA PLANTAR**



<b>IMPRONTA PLANTAR</b>		PIE ( )
Nombres	:	_____
Edad	:	_____ Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL ICA  
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MÉDICA

## ANEXO 05: ASENTIMIENTO INFORMADO

**PROYECTO:** PREVALENCIA DE ALTERACIONES PLANTARES EN ESTUDIANTES DE NIVEL PRIMARIO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA JEAN PIAGET DEL DISTRITO DE ICA

### RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN:

XXXXXXXXXX

Bachiller Tecnólogo Médico en Terapia Física y Rehabilitación  
Universidad Alas Peruanas Filial Ica

Dirección para contacto: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Teléfono (056) XXXXXXXX EMAIL: XXXXXXXXX

Por favor, lee (a) el texto abajo. Si no puedes leer, el investigador lo hará por ti paso a paso.

### PROPÓSITO DEL ESTUDIO:

Determinar la prevalencia de alteraciones plantares en estudiantes de nivel primario de la Institución Educativa Privada Jean Piaget del Distrito de Ica

El estudio será necesario para poder:

Evidenciar la presencia de alteraciones plantares que podrían estar afectando a estudiantes de nivel primario 6 y 12 años de edad en la Institución Educativa Privada Jean Piaget, de tal modo que se establezca las medidas de tratamiento oportuno a los afectados.

### PARTICIPACIÓN, PROCEDIMIENTOS Y RIESGOS

1. Está garantizada toda la información que yo solicite, antes, durante y después del estudio.
2. Los resultados del procedimiento serán codificados usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.
3. Será realizada una entrevista a todos los padres de familia y/o apoderados del niño/a.
4. Se realizará una evaluación durante las actividades académicas de su hijo/a
5. Los resultados serán entregados a cada padre de familia participante del estudio en forma individual por el responsable del estudio con las recomendaciones pertinentes.

### BENEFICIOS:

Se te informará del estado de salud de tu niño/a en relación a la presencia de alteraciones plantares que podría padecer y como esta se asocia a algunos factores de riesgo; además se te explicará los resultados y las recomendaciones para reducir la gravedad del problema en cuestión.



**COMPENSACIÓN:**

La participación de mi hijo/a en la investigación es voluntaria no incurrirá en costos personales, y también no recibiré ningún tipo de auxilio financiero, resarcimiento o indemnización por esta participación.

**CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN:**

Estoy consciente que los resultados obtenidos durante esta investigación serán divulgados en publicaciones científicas, de forma a preservar a confidencialidad de los datos.

**PROBLEMAS O PREGUNTAS:**

En caso haya algún problema o pregunta, o algún daño relacionado con la investigación, podré contactar al investigador responsable, **XXXXXXXXXXXXX** Bachiller en Tecnología Médica de la Universidad Alas Peruanas, Filial Ica, responsable del proyecto.

**CONSENTIMIENTO /PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA:**

1. Tengo a libertad de desistir o interrumpir la participación de mi niño/a en este estudio en el momento en que deseo, sin necesidad de cualquier explicación, bastando informar oralmente o por escrito al investigador de mí recusa.
2. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.
3. El abandono no causará ningún perjuicio.

Yo.....identificadoc  
on DNI....., concuerdo de libre y espontánea voluntad autorizar la participación  
de mi hijo/a.....en el estudio.

***“Declaro que obtuve toda la información necesaria y fui esclarecido(a) de todas las dudas presentadas”.***

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Si no puede firmar, ponga su huella digital en el espacio abajo:

Huella digital del Apoderado/a

Huella digital del niño/a

## ANEXO N° 06: TABLAS

### 6.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

**Tabla 01.** Distribución de los evaluados según niveles de educación

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1° grado de primaria	31	29,2	29,2	29,2
	2° grado de primaria	28	26,4	26,4	55,7
	1° grado de inicial	16	15,1	15,1	70,8
	2° grado de inicial	16	15,1	15,1	85,8
	3° grado de inicial	15	14,2	14,2	100,0
	<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 02.** Distribución de los evaluados según edades

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2	4	3,8	3,8	3,8
	3	12	11,3	11,3	15,1
	4	16	15,1	15,1	30,2
	5	28	26,4	26,4	56,6
	6	27	25,5	25,5	82,1
	7	19	17,9	17,9	100,0
	<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 03.** Distribución de los evaluados según sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Varón	64	60,4	60,4	60,4
	Mujer	42	39,6	39,6	100,0
<b>Total</b>		<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 04.** Distribución de los evaluados según evaluación del IMC

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bajo peso	7	6,6	6,6	6,6
	Peso saludable	84	79,2	79,2	85,8
	Sobrepeso	12	11,3	11,3	97,2
	Obeso	3	2,8	2,8	100,0
<b>Total</b>		<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 05.** Medidas de tendencia central de las variables antropométricas

		Peso	Talla	IMC
N	Válidos	106	106	106
	Perdidos	0	0	0
Media		17.604	1.0742	15.164
Mediana		18.000	1.1000	15.200
Desv. típ.		2.9878	.08942	1.0080
Mínimo		11.0	.87	12.9
Máximo		23.0	1.20	18.0
Percentiles	5	12.350	.9135	13.600
	85	21.000	1.1700	16.300
	95	22.000	1.1800	16.665

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 06.** Distribución de los evaluados según tipo de calzado

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Convencional	106	100,0	100,0	100,0
	Ortopédico	0	0,00	0,00	100,0
<b>Total</b>		<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 07.** Distribución de los evaluados según evaluación de huella plantar

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Normal	49	46,2	46,2	46,2
	Patológica	57	53,8	53,8	100,0
	<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

**Tabla 08.** Distribución de los evaluados según tipo de patología

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Normal	49	46,2	46,2	46,2
	Plana	31	29,2	29,2	75,5
	Cava	14	13,2	13,2	88,7
	Vara	4	3,8	3,8	92,5
	Valga	8	7,5	7,5	100,0
	<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Fuente:** Institución Educativa Jean Piaget del Distrito de Ica, Septiembre 2015

## 6.2. PRUEBAS DE NORMALIDAD

**Tabla 09.** Pruebas de normalidad sobre la distribución de datos en las variables de estudio

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Grado_académico	,217	106	,000	,862	106	,000
Edad	,171	106	,000	,917	106	,000
Género	,394	106	,000	,621	106	,000
Peso	,147	106	,000	,943	106	,000
Talla	,130	106	,000	,925	106	,000
IMC	,080	106	,091	,986	106	,351
Huella_Plantar	,360	106	,000	,634	106	,000
Tipo_patología	,253	106	,000	,768	106	,000
Angulo_Rodacion	,159	106	,000	,950	106	,001
a. Corrección de la significación de Lilliefors b. Tipo_Calzado es una constante y se ha desestimado. c. Uso_Plantillas_Ortopédicas es una constante y se ha desestimado.						

### 6.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL – VARIABLES NOMINALES Y ORDINALES

**Tabla 10.** Contingencia de Sexo vs. Evaluación de huella plantar

		Huella Plantar		Total
		Normal	Patológica	
Género	Varón	31	33	64
	Mujer	18	24	42
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>57</b>	<b>106</b>

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,318 <sup>a</sup>	1	,573		
Corrección por continuidad <sup>b</sup>	,133	1	,715		
Razón de verosimilitudes	,318	1	,573		
Estadístico exacto de Fisher				,691	,358
Asociación lineal por lineal	,315	1	,575		
N de casos válidos	106				
a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 19.42. b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.					

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,055	,097	,559	,577 <sup>c</sup>
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,055	,097	,559	,577 <sup>c</sup>
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa. b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula. c. Basada en la aproximación normal.					

**Tabla 11.** Contingencia de Edad vs. Evaluación de huella plantar

		Huella Plantar		Total
		Normal	Patológica	
Edad	2	2	2	4
	3	6	6	12
	4	9	7	16
	5	13	15	28
	6	10	17	27
	7	9	10	19
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>57</b>	<b>106</b>

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,666 <sup>a</sup>	5	,893
Razón de verosimilitudes	1,678	5	,892
Asociación lineal por lineal	,497	1	,481
N de casos válidos	106		
a. 2 casillas (16.7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.85.			

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,069	,097	,703	,484 <sup>c</sup>
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,073	,097	,748	,456 <sup>c</sup>
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

**Tabla 12.** Contingencia de Evaluación del IMC vs. Evaluación de huella plantar

		Huella Plantar		Total
		Normal	Patológica	
IMC (agrupado)	Bajo peso	3	4	7
	Peso saludable	37	47	84
	Sobrepeso	7	5	12
	Obeso	2	1	3
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>57</b>	<b>106</b>

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,404 <sup>a</sup>	3	,705
Razón de verosimilitudes	1,407	3	,704
Asociación lineal por lineal	1,134	1	,287
N de casos válidos	106		
a. 4 casillas (50.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1.39.			

Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Sig. aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-,104	,096	-1,066	,289 <sup>c</sup>
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-,100	,097	-1,026	,307 <sup>c</sup>
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					



**Tabla 13.** Análisis de regresión ordinal

<b>Resumen del procesamiento de los casos</b>			
		<b>N</b>	<b>Porcentaje marginal</b>
Huella_Plantar	Normal	49	46,2%
	Patológica	57	53,8%
Edad	2	4	3,8%
	3	12	11,3%
	4	16	15,1%
	5	28	26,4%
	6	27	25,5%
	7	19	17,9%
Sexo	Varón	64	60,4%
	Mujer	42	39,6%
IMC (agrupado)	Bajo peso	7	6,6%
	Peso saludable	84	79,2%
	Sobrepeso	12	11,3%
	Obeso	3	2,8%
Válidos		106	100,0%
Perdidos		0	
Total		106	

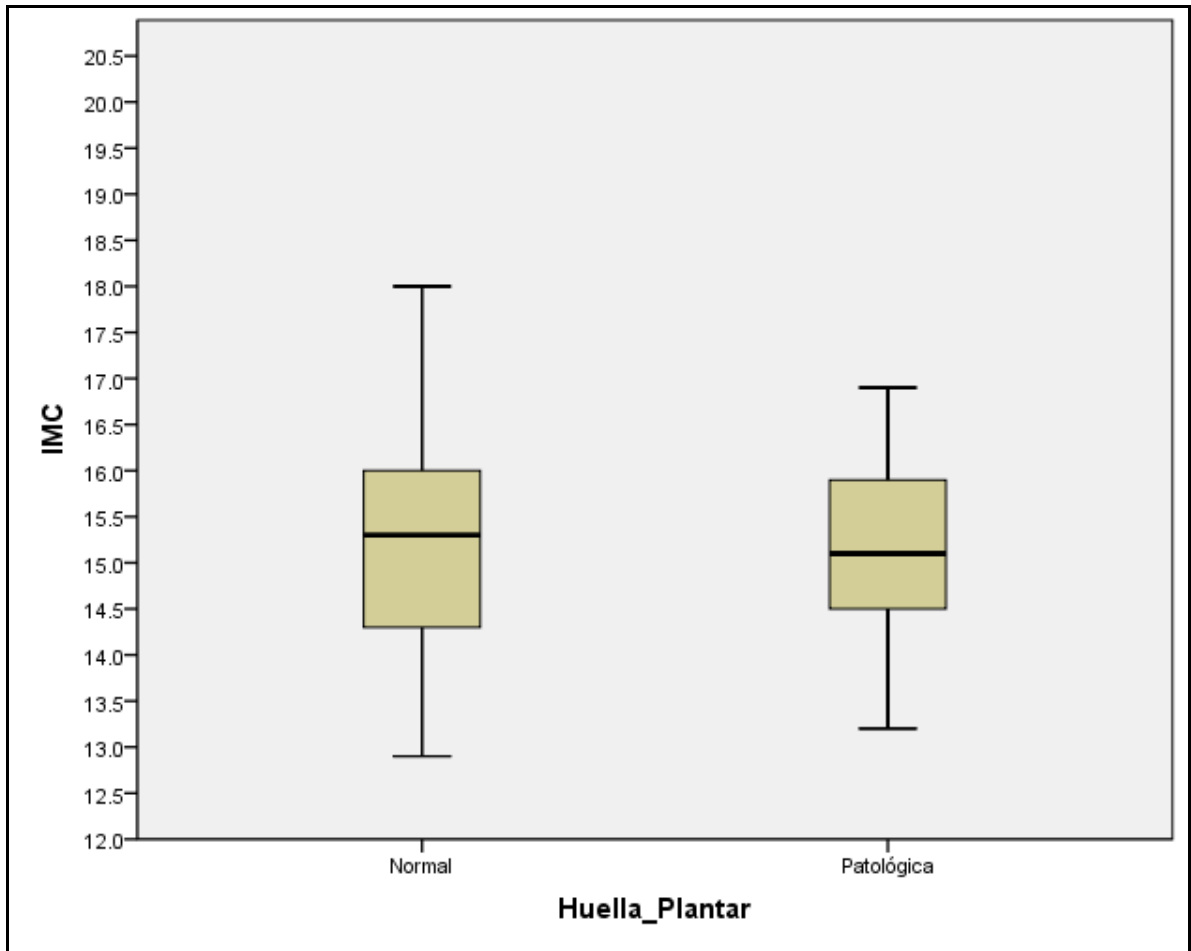
<b>Información sobre el ajuste de los modelos</b>				
Modelo	-2 log de la verosimilitud	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	63,293			
Final	59,500	3,793	9	,925
Función de vínculo: Logit.				

<b>Bondad de ajuste</b>			
	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Pearson	27,041	15	,028
Desviación	33,406	15	,004
Función de vínculo: Logit.			

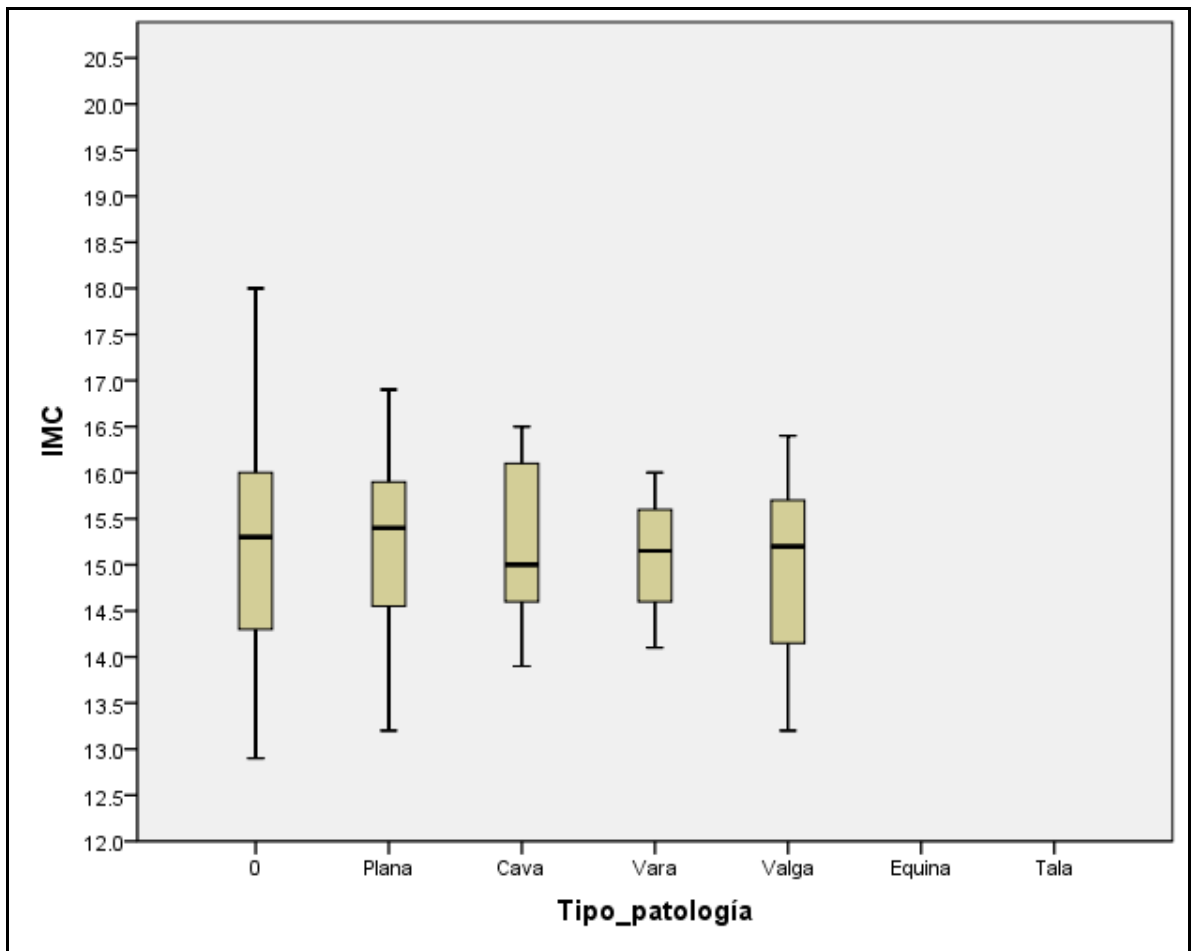
<b>Pseudo R-cuadrado</b>	
Cox y Snell	,035
Nagelkerke	,047
McFadden	,026
Función de vínculo: Logit.	

Estimaciones de los parámetros									
		Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
								Límite inferior	Límite superior
Umbral	[Huella_Plantar = 1]	,566	1,410	,161	1	,688	-2,198	3,330	
Ubicación	[Edad=2]	,312	1,187	,069	1	,793	-2,014	2,637	
	[Edad=3]	-,094	,753	,016	1	,900	-1,569	1,381	
	[Edad=4]	-,350	,708	,245	1	,621	-1,738	1,038	
	[Edad=5]	,167	,611	,074	1	,785	-1,031	1,364	
	[Edad=6]	,538	,630	,730	1	,393	-,696	1,772	
	[Edad=7]	0 <sup>a</sup>	.	.	0	.	.	.	
	[Género=1]	-,263	,421	,389	1	,533	-1,088	,563	
	[Género=2]	0 <sup>a</sup>	.	.	0	.	.	.	
	[IMC_agrupado=1]	1,099	1,531	,515	1	,473	-1,903	4,100	
	[IMC_agrupado=2]	,838	1,325	,400	1	,527	-1,759	3,435	
[IMC_agrupado=3]	,132	1,445	,008	1	,927	-2,700	2,965		
[IMC_agrupado=4]	0 <sup>a</sup>	.	.	0	.	.	.		
Función de vínculo: Logit.									
a. Este parámetro se establece en cero porque es redundante.									

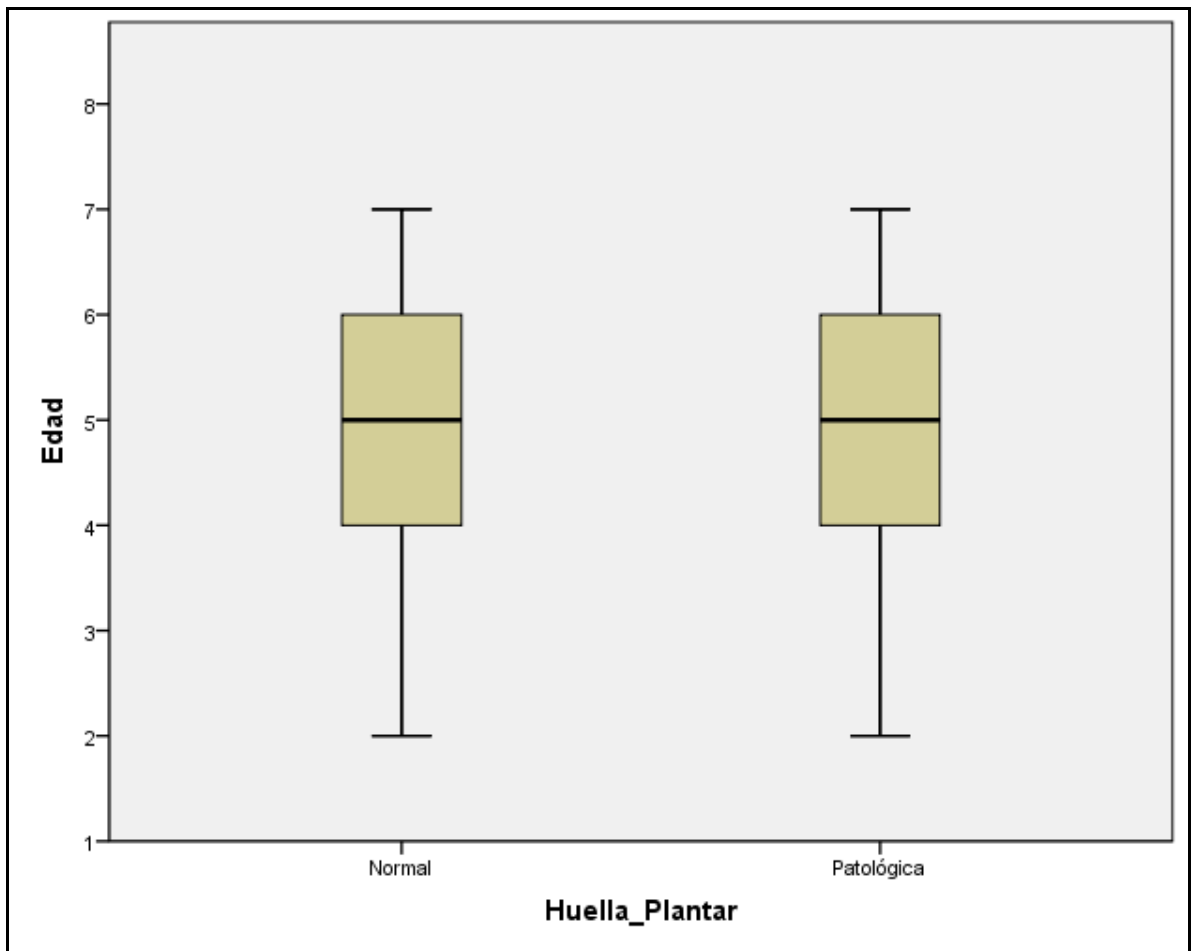
## ANEXO N° 05: GRÁFICOS



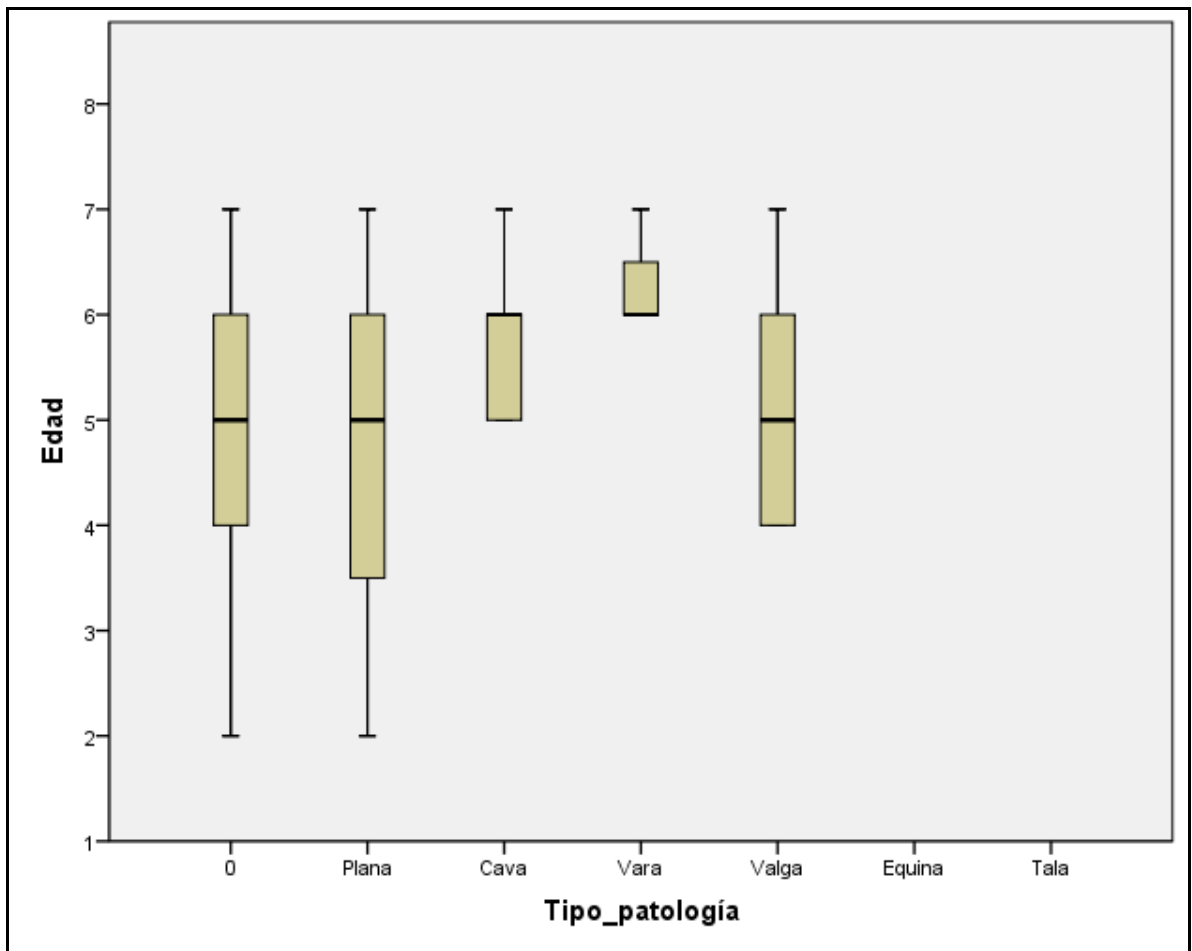
**Gráfico 01.** Distribución de los evaluados según huella plantar e índice de masa corporal



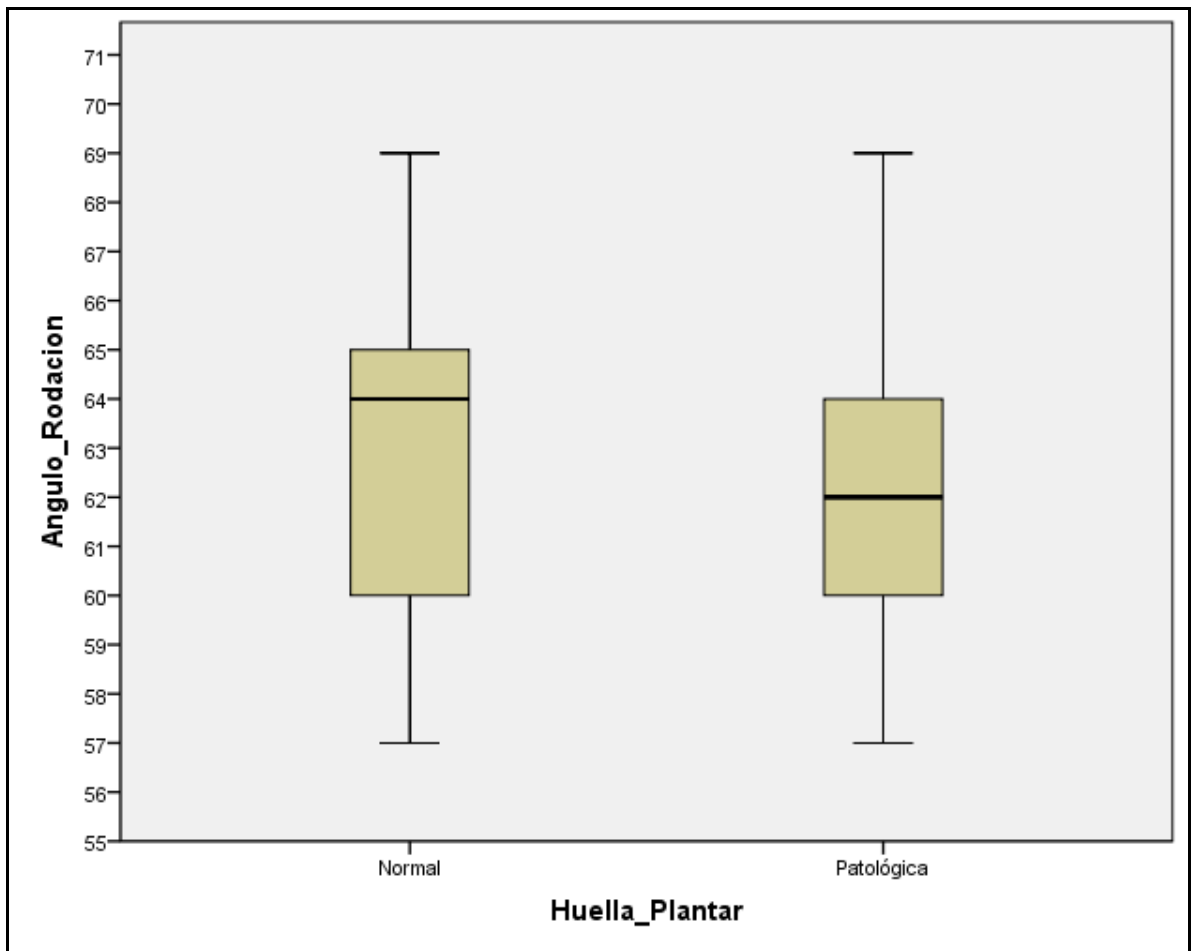
**Gráfico 02.** Distribución de los evaluados según tipo de patología e índice de masa corporal



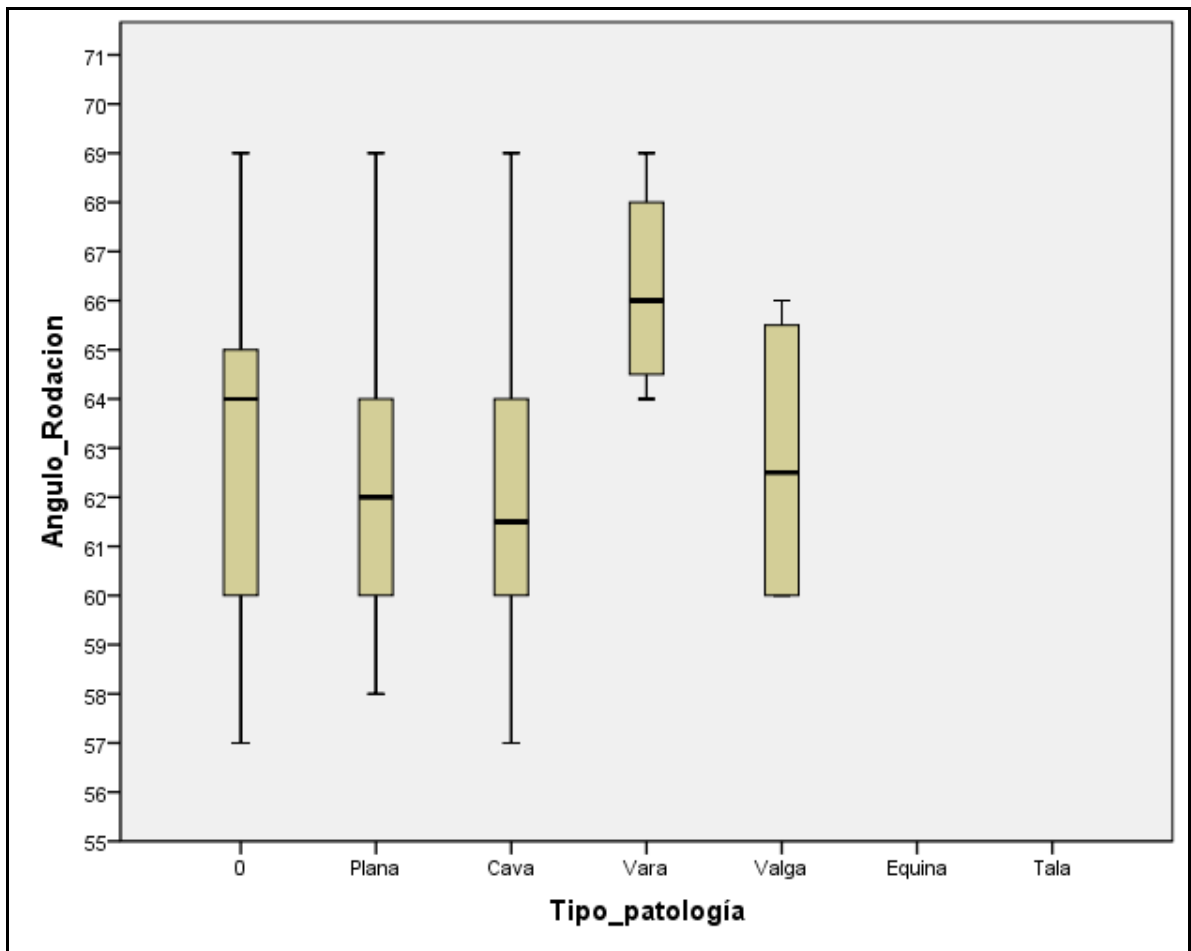
**Gráfico 03.** Distribución de los evaluados según edades y evaluación de huella plantar



**Gráfico 04.** Distribución de los evaluados según edades y tipos de patología en huella plantar



**Gráfico 05.** Distribución de los evaluados según ángulo de rodación y evaluación de huella plantar



**Gráfico 06.** Distribución de los evaluados ángulo de rodación y tipo de patología en huella plantar