



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA**

**“PREVALENCIA DE PIE PLANO EN NIÑOS DEL VALLE
DE LOS CHILLOS; SECTOR SAN RAFAEL, CANTÓN
QUITO, PROVINCIA DE PICHICHA EN EL PERIODO
DICIEMBRE 2010- ENERO 2011.”**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MÉDICO CIRUJANO**

AUTOR:

JUAN FRANCISCO LEÓN RIPALDA

DIRECTOR:

DR. JOSÉ MIGUEL ITURRALDE.

DIRECTOR

METODOLOGICO:

DR. RENE BUITRÓN.

QUITO, MAYO 2011

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a mis padres, quienes con su labor, dedicación, afecto, amor y enseñanzas inculcaron en mí los valores necesarios para llegar con éxito a culminar esta primera etapa de mi carrera profesional, valores que estarán conmigo siempre durante la práctica diaria de mi profesión.

A mis hermanos, que junto a ellos pasamos momentos buenos y malos, altos y bajos, pero que con su ayuda y respaldo obtuve las herramientas para sobrellevar los problemas que se presentaron y los que se presentarían durante mi vida y sé que en ellos siempre podré confiar para solucionarlos.

A mi tía Zoilita, quien me dedico desde mi niñez mucho amor, me inculco valores entrañables que me han sabido llevar por buen camino. Y quien con su lucha contra una enfermedad tan grave me enseñó la fuerza necesaria para enfrentar la adversidad y que desde ahora es otro ángel que cuida de mí desde el cielo.

A mis compañeros y amigos de verdad, que son las mejores personas que pude encontrar, por las tantas noches sin dormir, largas noches de estudio y de trabajo, que hicieron de estos seis años de estudio los mejores de mi carrera como estudiante.

A mis profesores quienes supieron guiarme, y darme las enseñanzas necesarias para enfrentar a los pacientes de la mejor manera y tener los conocimientos para tomar decisiones trascendentales en la vida de los mismos.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por hacer posibles mis estudios de medicina y forjar la persona y profesional que hoy presenta este trabajo al culminar su carrera.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios, por darme la fuerza para no flaquear en los momentos difíciles y ante las adversidades que se presentaron durante mi carrera como estudiante. Por darme a una familia tan llena de amor y quienes fueron el apoyo más grande para llegar a la culminación de mi carrera.

A mis padres por darme la oportunidad de realizar mis estudios, por su trabajo que hizo posible que estudiara la carrera que tanto amo, y por sobre todo por enseñarme valores, respeto y responsabilidad, que serán grandes herramientas para mi futuro desempeño como profesional y ante todo como ser humano.

A mis maestros, directores de este trabajo, por toda su ayuda y respaldo para el desarrollo del mismo.

A las instituciones educativas donde se realizó la toma de muestras para el desarrollo de este trabajo. Quienes me recibieron con los brazos y puertas abiertas y pusieron a mi disposición sus instalaciones para realizar este estudio

A mi familia, por creer en mí en todo momento y ser el incentivo principal que me llevo a terminar mis estudios de pregrado en la carrera que tanto amo.

A la medicina, por dejarme formar parte de este grupo de seres humanos tan importante para el desarrollo de una sociedad, y un país que espera de nosotros nada más que lo mejor.

INDICE:

TÍTULO.....	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE.....	4
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE GRÁFICOS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1. FILOGENIA DEL PIE.....	18
2.2. DESARROLLO EMBRIOLÓGICO DEL PIE.....	20
2.3. ANATOMÍA DEL PIE.....	21
2.3.1. HUESOS DEL PIE.....	21
2.3.1.1. TARSO.....	21
2.3.1.2. METATARSO.....	22

2.3.1.3. DEDOS DEL PIE.....	22
2.3.1.4. FASCIA.....	22
2.3.1.5. VAINAS TENDINOSAS SINOVIALES.....	23
2.3.2. MÚSCULOS DEL PIE.....	23
2.3.2.1 REGIÓN DORSAL.....	23
2.3.2.2. REGIÓN PLANTAR.....	23
2.3.2.2.1. REGIÓN PLANTAR INTERNA.....	23
2.3.2.2.2. REGIÓN PLANTAR EXTERNA.....	24
2.3.2.2.3. REGIÓN PLANTAR MEDIA.....	24
2.3.3. VASOS DEL PIE.....	25
2.3.3.1. ARTERIA PLANTAR INTERNA.....	25
2.3.3.2. ARTERIA PLANTAR EXTERNA.....	25
2.3.3.3. ARTERIA PEDÍA.....	25
2.3.3.4. ARCO PLANTAR.....	25
2.3.3.5. VENAS.....	26
2.3.4. NERVIOS DEL PIE.....	26
2.3.4.1. SAFENO INTERNO.....	26
2.3.4.2. SAFENO EXTERNO.....	26
2.3.4.3. TIBIAL ANTERIOR.....	27
2.3.4.4. MUSCUCUTÁNEO.....	27
2.3.4.5. PLANTAR INTERNO.....	27
2.3.4.6. PLANTAR EXTERNO.....	28
2.3.5. ARTICULACIONES DEL PIE.....	28
2.3.5.1. ARTICULACIÓN DEL CUELLO DEL PIE O ARTICULACIÓN TIBIOTARSIANA.....	28
2.3.5.1.1 MECANISMO DE LA ARTICULACIÓN TIBIOTARSIANA.....	29

2.3.5.1.2. ARTICULACIÓN CALCÁNEO-ASTRAGALINA O SUBASTRAGALINA.....	30
2.3.5.1.3. ARTICULACIÓN MEDIOTARSIANA DE CHOPART.....	31
2.3.5.1.3.1. ARTICULACIÓN ASTRÁGALOESCAFOIDEA.....	31
2.3.5.1.3.2. ARTICULACIÓN CALCÁNEOCUBOIDEA.....	32
2.3.5.1.4. ARTICULACIÓN TARSO-METATARSIANA O DE LISFRANC.....	33
2.3.5.1.5. ARTICULACIONES ESCAFOCUBOIDEA Y ESCAFOCUNEALES.....	34
2.3.5.1.6. ARTICULACIONES METATARSO-FALÁNGICAS E INTERFALANGICAS.....	34
2.3.6. LA BÓVEDA PLANTAR.....	35
2.3.6.1. ARCO INTERNO.....	39
2.3.6.2. ARCO EXTERNO.....	39.
2.3.6.3. ARCO ANTERIOR Y CURVATURA TRANSVERSAL.....	40
2.4. CRECIMIENTO DEL PIE.....	41
2.5. EL PIE PLANO.....	42
2.5.1. DEFINICIÓN DE PIE PLANO.....	42
2.5.2. FISIOPATOLOGÍA E HISTORIA NATURAL DEL PIE PLANO.....	45
2.5.3. CLASIFICACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR.....	49
2.5.4. CLASIFICACIÓN ETIOLÓGICA DEL PIE PLANO.....	50
2.5.5. EPIDEMIOLOGIA.....	54
2.5.6. DIAGNÓSTICO Y MANEJO.....	56
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	76

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	79
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Frecuencia de edades.

TABLA 2: Distribución por grupos de edad.

TABLA 3: Distribución por Género

TABLA 4: Distribución por tipo de educación

TABLA 5: Distribución por tipo de educación

TABLA 6: Clasificación por subtipo de pie plano

TABLA 7: Clasificación por subtipo de pie plano

TABLA 8: Asociación de Pie Plano y Tratamiento Ortopédico Previo

TABLA 9: Asociación de Pie Plano y Género

TABLA 10: Asociación de Pie Plano y Grupo de edad

TABLA 11: Asociación de Pie Plano y El IMC

TABLA 12: Asociación de Pie Plano y El tipo de Educación

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Clasificación de la huella plantar por Viladot.

FIGURA 2: Fotopodograma normal

FIGURA 3: The paediatric flatfoot clinical-care pathway (FFP)

LISTA DE GRAFICOS

GRAFICO 1: Distribución por IMC

León J.

“Prevalencia de Pie Plano en niños escolares y preescolares del Valle de los Chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011.”

RESUMEN.-

Se trata de un estudio epidemiológico de tipo transversal, cuyo principal objetivo fue determinar la prevalencia de pie plano en los niños de tres a diez años de edad, de las escuelas públicas y privadas del Valle de los Chillos durante el periodo Diciembre 2010 a Enero 2011. Y la relación que la misma tiene con variables como edad, género y peso.

También se intenta diferenciar los subtipos de pie plano descritos en la bibliografía como pie plano. Flexible y pie plano patológico, el cual tiene implicaciones más importantes, para de esta manera manejar datos más cercanos a la realidad de la población de nuestro país.

Para el cálculo del tamaño muestral se realizó una corrección poblacional a partir de los datos tomados de la prueba piloto realizada con 20 niños, que, para fines de este estudio no formaron parte de la muestra final. El tamaño de la muestra fue de 260 niños divididos en seis planteles educativos del Valle de Los Chillos, divididos 54.6% (142 estudiantes) y 45.4% (118 estudiantes) para las escuelas públicas y privadas respectivamente.

Los participantes comprendidos entre las edades de tres y diez años fueron subdivididos en tres grupos de edad; de tres a cinco años 114 (43.8%), de seis a ocho años 99 (31.8%) y de nueve a diez años 47 (18.1%).

Para la toma de las muestras se utilizó un podoscopio de fabricación artesanal por parte del autor del estudio, en el cual se pidió a los participantes que soporten su peso sobre ambos pie y luego se procedió a tomar fotografías de las huellas plantares; para el peso se utilizó una balanza estándar y para la altura se utilizó un tallmetro incorporado a la balanza. Para el cálculo del Índice de Masa Corporal se utilizó la fórmula ampliamente aceptada $IMC = \text{peso (Kg)} / \text{altura (m}^2\text{)}$ cuyo resultado luego fue comparado con las tablas existentes dependientes de la edad y género de cada participante.

En el presente estudio se encontró una prevalencia global de pie plano del 39.2% (102 participantes) de los cuales el 78,4% fueron catalogados como pie plano flexible, con un 2.3% de tratamiento ortopédico previo. Además se reportó una frecuencia del 24.2% de los participantes clasificados en pie plano Grado II según la escala de Viladot.

Se procedió a realizar una regresión logística con los datos obtenidos, encontrándose que las variables que podrían explicar la presencia de pie plano en los niños y niñas objeto de estudio fueron: el género y el tipo de establecimiento educativo, así, se evidencia que es mayor la presencia de pie plano en las niñas y niños de las escuelas públicas (OR= 2,293 con IC95%= 1,31 a 4,005) siendo esta asociación estadísticamente significativa (p= 0,04)

con el género, siendo menor la presencia de pie plano en mujeres (OR= 0,54 IC95%= 0,287 A 0,883)p = 0,017.

Lo cual demuestra que en la población objeto de este estudio, el género femenino es un factor protector frente a la aparición de pie plano en la edad pediátrica.

León J.

“Prevalence of Flat Foot in preschool and lower school children in Valle de los Chillos during the period of December 2010 through January 2011 .”

ABSTRACT

This is an epidemiologic transversal study, by which it is pretended to determine the prevalence of Flat Foot in children between the ages of three and ten years of age, that attend public and private lower school in Valle de los Chillos during the period of December 2010 through January 2011. And the relationship it has with different variables such as age, gender and body weight.

We also tried to determine the prevalence of the different types of flat foot described in the medical literature such as flexible flat foot and pathological flat foot, which has more profound implications, and by the results to have a better understanding of the real penetration of the pathology within the context of the population of our country.

In order for us to come up with the simple size, a population correctional formula was applied by drawing data from a pilot test done with twenty children that for ethical reasons were excluded from the later sample size. The size of our sample was 260 children from six public and private schools from the Valle de los Chillos area, divided in 54.6% (142 children) and 45.4% (118 children) from both public and private school accordingly.

We divided the children into three age groups the first from three to five years old 114 (43.8%), the second from six to eight years old 99 (31.8%) and the third from nine to ten years old 47 (18.1%).

For the collection of the data we used a podoscope handcrafted by the author of the study, and then asked the participants to stand on top of it and try to stay still as much as possible in order for the observer to take a picture of the child's foot print, each children was weighted and their heights taken using a weight bearing device and a metric rigid ruler. For us in order to determine de BMI (Body Mass Index) of each participant we used the formula $BMI = \text{weight (kg)} / \text{height (m}^2\text{)}$ and the result was compared we already existing tables according to age and gender.

The results of the study show a global prevalence of flat foot in the order of 39.2% (102 children) 78,4% of them were classified as having flexible flat foot with a 2.3% of orthopedic treatment beforehand. We also found that the second degree item of the Viladot scale to classify flat foot in children was the most prevalent out of the four of them with a 24.2%.

There also was a logistic regression done with the data collected, and outcome was that the variables that may explain the presence of flat foot for the group studied here were the type of education and gender, thus, we found a stronger prevalence of flat foot in children

attending public schools (OR= 2,293 con IC95%= 1,31 a 4,005) with $p= 0,04$. And for the gender variable we found that there is a lesser prevalence of flat foot in the female (OR= 0,54 IC95%= 0,287 A 0,883) $p = 0,017$.

This shows that in the simple population and the universe from which it was taken the sample that the female gender is a protective factor when it comes to paediatric flat foot.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El pie plano se define: 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, ocurriendo así un desequilibrio muscular.¹ En otras palabras, es una deformidad en valgo con aplanamiento gradual del arco longitudinal del pie que se observa desde los 30 meses de edad en adelante.² Para lo cual es necesario primero definir a que nos referimos con arco longitudinal del pie, y se trata nada más, que de la concavidad formada por huesos y articulaciones que se encuentra en la parte interna de la planta del pie. Esta estructura permite, al estar de pie, distribuir el apoyo a la parte externa. El arco plantar no está presente al nacimiento por lo que todos los recién nacidos presentan pie plano. La presencia de una almohadilla de grasa en la planta del pie y la gran flexibilidad de los ligamentos del niño hace que sea difícil observar el arco antes de los dos años de edad.³⁻⁴

Las verdaderas implicaciones de un diagnóstico de *Pie Plano*, todavía continúan siendo muy controversiales, tanto para el público en general como para quienes se desempeñan en los servicios de salud, tanto médicos como otros trabajadores de la salud, lo cual ha sido objeto de un debate que ha durado décadas. A Pesar de que el diagnóstico de pie plano en la edades pediátricas es muy común y se considera un término clínico muy acertado, al momento no se cuenta con métodos apropiados para su evaluación, ya que muchos de ellos son poco confiables y mucho menos reproducibles. Es por esto que

el término de pie plano pediátrico todavía se trata como un tema controversial, y muchos de los clínicos no pueden dar una definición clara y que satisfaga al conocimiento que se tiene sobre el tema.

De nuestra revisión bibliográfica, encontramos que aún no se cuenta con una clara y aceptada definición de pie plano pediátrico, ya que muchos autores no coinciden tanto en las edades de presentación; como con el tratamiento, y en algunos de los casos el tratamiento expectante, que se debería dar a los casos de pie plano fisiológico como se describe en la literatura.

A pesar de esto el *pie plano* continua siendo un diagnostico muy común en la práctica clínica diaria, y sigue siendo diagnosticado mediante una amplia gama de métodos, desde observacionales (por los padres o cuidadores de los pacientes), clínicos, métricos e incluso mediante técnicas de imagen; los cuales no poseen un claro sustento en términos de confiabilidad y validez. Por mucho tiempo el diagnostico de pie plano, en un contexto morfológico, ha sido asociado con dolor y discapacidad (como lo ocurrido con el servicio militar que excluye a postulantes que presentan pie plano), lo cual lleva a los padres a tomar posiciones sobre protectoras en lo que concierne a la salud y morbilidad de sus hijos.⁵

Esto por lo tanto, lleva a la desmesurada prescripción de tratamientos ortopédicos, que no solo representan un gasto innecesario, sino que alimentan la errada creencia de

que todo paciente comprendido en edades pediátricas de 3 – 10 años de edad con diagnóstico de pie plano debería estar sujeto a tratamiento ortopédico.

Al momento se cuenta con una variada cantidad de datos epidemiológicos de diversos países, que nos deja inferir que el problema del pie plano es un diagnóstico común en la edad pediátrica requiere tratamiento ortopédico acertado y oportuno. En realidad, y con el advenimiento de nuevos estudios en este campo, podemos darnos cuenta que la epidemiología no es tan alta como se pensaba en un principio y que la mayoría de pacientes diagnosticados de padecer esta patología podrían simplemente pertenecer al grupo que presenta el llamado pie plano flexible. Lo cual no es nada más que un retraso fisiológico del desarrollo del arco longitudinal plantar o que se trata de una adaptación fisiológica; que nada tiene que ver con una patología alarmante o que a la larga podría llevar al paciente a presentar algún tipo de discapacidad si la misma no fuese tratada.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

EMBIROLOGIA Y ANATOMIA DEL PIE

2.1. FILOGENIA DEL PIE.-

El pie, cuya palabra deriva de los términos latinos *pes* y griego *podos*, cumple funciones principales que son: Primero soportar el peso del cuerpo en la bipedestación, y segundo, actuar como mecanismo de propulsión durante la marcha. Tiene una morfología espacial formada por la bóveda plantar y completada por el triángulo anterior (el apoyo metatarsiano y los dedos) ^{pie 1 pdf.}

El desarrollo del pie se remonta a la aparición de los peces agnados y su sustitución en gnatóstomos durante el silúrico (hace 420 millones de años) que conlleva a la diversificación de las aletas, fundamentales para la locomoción. Posteriormente se produce el fraccionamiento de los radios y su posterior fusión acercándose al modelo de la extremidad y pie modernos. El paso del agua a la tierra, y la aparición primero de los anfibios y después de reptiles, es esencial para el desarrollo del pie.

La evolución del reptil se bifurca en dinosaurios y reptiles mamiferoides, ambos presentan un pie digitígrado con carga en los metatarsianos medios y falanges, teniendo muy poco desarrollados los huesos del retropié. Estos reptiles mamiferoides conservan la fórmula digital del reptil 2:3:4:5:4-3, pero presentan el inicio del acortamiento de los

dedos, una disposición columnar de las extremidades y los 90° de rotación de las extremidades inferiores. Con los mamíferos del triásico y jurásico (hace 200 millones de años) la fórmula digital ya es moderna. 2:3:3:3:3 y en algunos casos el *hallux* es divergente⁶.

Durante el desarrollo de los cuadrúpedos primitivos se fueron reduciendo el número de huesos tarsianos centrales, hasta acabar proximalmente con dos huesos principales, astrágalo y calcáneo, que permitieron girar el pie posterior hacia delante para la locomoción. El número primitivo de radios fue también de cinco y en los mamíferos el primer dedo pronto evolucionó a órgano de prensión. Los mamíferos han reducido el número de falanges en los pies hasta la fórmula actual⁷.

El humano es el único primate que no posee un primer dedo divergente con capacidad de oposición, porque durante la evolución, pasó de ser instrumento de agarre a ser un instrumento de soporte. Esto produjo el acercamiento del primer radio en línea con los demás. De ahí que el radio quedara más robusto por su papel de propulsión, mientras que el segundo radio quedó como eje central del pie⁸⁻²¹⁻²².

El primer dedo tiene dos falanges, estando de por medio la teoría de la trifalangea, donde el primer metatarsiano sería la falange proximal verdadera, la primera cuña sería en verdad el metatarsiano, y el tibial externo sería la reminiscencia de la primera cuña⁹. El resto de los dedos tiene principalmente tres falanges, y el quinto dedo presenta frecuentemente dos⁸.

2.2. DESARROLLO EMBRIOLOGICO DEL PIE.-

Al principio, las yemas de las extremidades aparecen como elevaciones de la pared corporal ventrolateral hacia el final de la cuarta semana, el cual se inicia con la activación de un grupo de células mesénquimales en el mesodermo lateral ¹⁰. Los esbozos o primordios de las extremidades se observan en forma de yemas semejantes a las palas de remo, formado por un núcleo de mesénquima cubierto por una capa de ectodermo, engrosado en el vértice de los esbozos llamándose repliegue ectodérmico apical, que tiene poder inductivo a comienzos de la quinta semana. Algunos estudios experimentales han demostrado también la participación del ácido retinoico endógeno en el desarrollo de las extremidades ¹¹. El esbozo o primordio de la extremidad inferior aparece después del de la extremidad superior, los cuales como se mencionó antes se observan al final de la cuarta semana y sobre todo al comienzo de la quinta semana de vida intrauterina, y su desarrollo sigue una secuencia proximodistal.

A la sexta semana la porción terminal de los esbozos se aplanan y se separan del segmento proximal por una constricción circular, mientras que los dedos de los pies y manos se forman por desaparición del tejido en los surcos radiales, una segunda constricción divide a la porción proximal en dos segmentos y puede identificarse las partes principales de las extremidades.

El mesénquima de los esbozos comienza a condensarse y hacia la sexta semana se identifican los primeros modelos de cartílago hialino, que anuncian la formación de los

huesos largos del miembro inferior ¹⁰. Conforme avanza el proceso de degradación tisular programada (apoptosis) causa la degeneración tisular en las regiones interdigitales y probablemente es mediada por las proteínas morfogenéticas óseas ¹².

A medida que las extremidades se alargan durante la quinta semana, se forman los modelos mesénquimales de los huesos por agregaciones celulares. Los centros de condricificación aparecen a finales de la quinta semana. Hacia el final de la sexta semana, todo el esqueleto de la extremidad es cartilaginosa.

2.3. ANATOMIA DEL PIE.-

2.3.1. HUESOS DEL PIE:

El pie, cuarto y último segmento del miembro pélvico, está constituido por veintiséis huesos, dispuestos en tres grupos distintos. Procediendo desde la articulación del tobillo hacia la extremidad libre encontramos ante todo un conglomerado óseo, el tarso, compuesto de siete huesos. El metatarso formado por cinco columnas óseas y por último a continuación del metatarso siguen los dedos del pie, que comprende cada uno tres falanges, a excepción del más interno, que tiene únicamente dos falanges ⁹.

2.3.1.1. TARSO.- formado por siete piezas óseas, dispuestas en dos hileras, posteriores y anteriores. La primera comprende únicamente dos huesos: el astrágalo por arriba y el calcáneo por abajo. La segunda comprende cinco huesos: hacia fuera, el cuboideos, y hacia dentro, el escafoides, llevando en su cara anterior las tres cuñas.

2.3.1.2. METATARSO.- Está formado por cinco huesos, llamados metatarsianos, que, partiendo de la segunda fila del tarso, se dirigen do delante atrás para servir de base a cada uno de los cinco dedos del pie.

2.3.1.3. DEDOS DEL PIE.- Situados delante de los metatarsianos, son en número de cinco contados de dentro a fuera. El primero y el quinto reciben el nombre de dedo gordo y dedo pequeño, cada uno formado por tres falanges, numeradas de atrás a delante. También el primer dedo solo tiene dos falanges, la primera y la tercera, siendo la segunda al que falta ⁽¹¹⁾.

2.3.1.4. FASCIA.- El tejido subcutáneo de la planta del pie se encuentra muy engrosado por la presencia de almohadillas fibroadiposas que son estructuras importantes para soportar el peso del cuerpo. Se divide en tres partes: central, interna y externa. La central que es la más resistente se inserta por atrás en la parte interna de la tuberosidad anterior del calcáneo, se extiende hacia delante para abrirse en cinco prolongaciones una para cada dedo. El resto de las prolongaciones se fusionan con las vainas tendinosas a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas en el ligamento plantar.

La fascia del pie se continua hacia arriba con la fascia de la pierna. La del dorso es una delgada capa membranosa que envuelve a los tendones. Por arriba se fusiona con el ligamento anterior del tarso. A los lados del pie se fusiona con la aponeurosis plantar ¹²⁻

14-15

2.3.1.5. VAINAS TENDINOSAS SINOVIALES.- Por delante del tobillo, cubiertas por el ligamento anular anterior del tarso se encuentran tres vainas para los músculos: tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor común de los dedos y peróneo anterior. Por detrás del maléolo externo, una sola vaina sinovial contiene los tendones de los peróneos laterales largo y corto, luego se subdivide en prolongaciones para cada tendón. Por detrás del maléolo medial se encuentran vainas para los músculos: tibial posterior, flexor común de los dedos y flexor largo del dedo gordo ¹²⁻¹⁴⁻¹⁵.

2.3.2. MUSCULOS DEL PIE:

Los músculos del pie son en número de veinte, divididos en cuatro regiones distintas (una para el dorso y las otras para la cara plantar), de ahí que:

2.3.2.1. REGIÓN DORSAL.- la región dorsal del pie está comprendida por un solo músculo: el pedio o extensor corto de los dedos del pie (inervado por el nervio tibial anterior). Tiene como acción extender las primeras falanges e inclinarlas hacia fuera ¹⁶.

2.3.2.2. REGIÓN PLANTAR.- los músculos comprendidos en esta región se dividen a su vez en tres grupos: interno, externo y medio.

2.3.2.2.1. REGIÓN PLANTAR INTERNA.- esta región representa en el pie la eminencia tenar de la mano. Consta apenas de tres músculos, pues en el pie no existe el oponente. Los músculos que comprenden esta región son: el aductor del dedo gordo, el flexor del dedo gordo y el abductor del dedo gordo. Este último

formado por dos fascículos lo que le confiere la acción de flexor y abductor del dedo gordo. Mientras que la función del aductor del dedo gordo también es dual, tanto en aducción, como su nombre lo indica, cuanto en flexión del dedo gordo ⁹.

2.3.2.2.2. REGIÓN PLANTAR EXTERNA.- la región plantar externa es la homóloga de la eminencia hipotecar de la mano. Tiene tres músculos que son: el abductor, el flexor corto y el oponente del quinto dedo. No existe en el pie ningún fascículo homólogo del palmar cutáneo de la mano. El flexor corto tiene la acción de flexor de la primera falange del quinto dedo, El oponente dirige hacia adentro al quinto metatarsiano y por último el abductor del quinto dedo que también cumple una doble función, tanto de flexión como de abducción del quinto dedo ⁹.

2.3.2.2.3. REGIÓN PLANTAR MEDIA.- la región plantar media, situada entre las dos regiones precedentes, ocupa, como su nombre lo indica, la parte media del pie. Presenta sucesivamente, de las dos capas superficiales a las capas profundas: el flexor corto plantar, el accesorio del flexor largo o cuadrado carnoso de Silvio ¹⁶ los lumbricales y los interóseos que ocupan los espacios intermetatarsianos y se dividen en dorsales y plantares. ¹²⁻¹⁴⁻¹⁵. El músculo flexor corto plantar tiene como acción principal, flexionar la segunda falange de los cuatro últimos dedos sobre la primera, y esta sobre el metatarsiano. El cuadrado carnoso de Silvio o accesorio del flexor largo, corrige la desviación que el flexor largo común ocasionaría en el movimiento de flexión de los dedos debido a su oblicuidad. Y los interóseos flexionan la primera falange de los dedos, además

los interóseos dorsales separan a los dedos del eje del pie, es decir, del segundo dedo; y los interóseos plantaras aproximan los tres últimos dedos a este eje.

2.3.3. VASOS DEL PIE:

2.3.3.1. ARTERIA PLANTAR INTERNA.- es una delgada rama terminal de la arteria tibial posterior, y da tres ramas: una rama superficial, que se continúa hacia delante y riega el lado interno del dedo gordo. Una rama plantar interna, que da ramas cutáneas, calcáneas y musculares. Una rama profunda, que da tres ramas superficiales que se anastomosan con las tres ramas interóseos plantares internas.

2.3.3.2. ARTERIA PLANTAR EXTERNA.- se dirige hacia delante y hacia fuera y da ramas: calcáneas, cutáneas y musculares, a partir de la base del quinto metatarsiano cambia de dirección y se dirige hacia dentro para ayudar a formar el arco plantar.

2.3.3.3. ARTERIA PEDÍA.- es la continuación de la tibial anterior, es de importancia clínica para valorar la circulación periférica; termina en una rama plantar profunda en el extremo proximal del primer espacio intermetatarsiano y forma el arco plantar.

2.3.3.4. ARCO PLANTAR.- Formado por la arteria plantar externa. Da cuatro arterias interóseas plantares, de las cuales se originan ramas perforantes que ascienden a

través de los espacios interóseos y se anastomosan con las arterias interóseas dorsales y las arterias dístales plantares.

2.3.3.5. VENAS.- las venas profundas empiezan como venas digitales plantares en las caras plantares de los dedos, que se drenan en una red venosa plantar para formar cuatro venas interóseas plantares; se comunican con las venas plantar interna y externa y se unen por detrás del maléolo interno para formar las venas tibiales posteriores.

2.3.4. NERVIOS DEL PIE:

La inervación del pie está dada por ramas terminales que provienen de nervios tanto del plexo sacro, como del plexo lumbar y son los siguientes nervios:

2.3.4.1. SAFENO INTERNO.-

Es la rama terminal del nervio femoral, acompaña en su descenso por la pierna el recorrido de la vena safena interna. Provee de inervación sensitiva a la cara interna de la pierna, el tobillo y pie.¹⁷

2.3.4.2. SAFENO EXTERNO.-

Nace de la rama tibial a nivel del tercio medio de la pierna, se dirige hacia abajo y afuera a lo largo del borde externo del tendón de Aquiles y termina a lo largo del borde externo del pie. Provee de inervación sensitiva a las partes inferior y posterior de la pierna, a la región maleolar externa y al borde lateral del pie, incluido el quinto dedo.¹⁷

2.3.4.3. TIBIAL ANTERIOR.-

Es la rama de división interna del nervio ciático poplíteo externo, es un nervio mixto que inerva sensitivamente la articulación ¹⁷ del tobillo, el borde lateral del primer dedo y el borde medial del segundo dedo. ¹⁷

2.3.4.4. MUSCULOCUTÁNEO.-

Es la rama de división externa del nervio ciático poplíteo externo, es un nervio mixto, también conocido como nervio peróneo superficial. En la unión del tercio medio con el tercio inferior de la cara anterior de la pierna, el nervio atraviesa la aponeurosis y se vuelve subcutáneo. Un poco por encima del maléolo interno se divide en sus ramas terminales, que dan inervación sensitiva a todo el dorso del pie. ¹⁷

2.3.4.5. PLANTAR INTERNO.-

Es la mayor de las dos ramas terminales del nervio tibial posterior, inerva los músculos aductor del dedo gordo, flexor corto plantar y la piel del lado interno del pie. Sus ramas terminales son los cuatro *nervios digitales plantares*, inervan los músculos: flexor corto del dedo gordo y primer lumbrical, la piel del primero, segundo, tercero y el lado interno del cuarto dedo, y las articulaciones adyacentes. El nervio plantar interno es comparable al nervio mediano en el miembro superior. ¹²

2.3.4.6. PLANTAR EXTERNO.-

Su origen, como el del nervio plantar interno, está cubierto por el ligamento anular interno, acompaña en su recorrido a la arteria plantar externa. Y se divide en una rama *superficial* y otra *profunda*. Inerva los músculos cuadrado carnoso, abductor del dedo pequeño y el lado externo de la planta.

2.3.5. ARTICULACIONES DEL PIE:

Son numerosas y complejas, ponen en relación los huesos del tarso con la tibia, los huesos del tarso entre sí y con los del metatarso y estas son:

2.3.5.1. ARTICULACIÓN DEL CUELLO DEL PIE O ARTICULACIÓN TIBIOTARSIANA.-

La articulación Tibiotarsiana una los huesos de la pierna al astrágalo. Es una articulación tróclear. Esta articulación presenta tres paredes articulares: una superior, o tibial, y dos laterales o maleolares. La *superficie articular superior* es cóncava de adelante hacia atrás, y presenta en su superficie media eminencia roma anteroposterior en relación con la garganta de la polea astragalina.

La *superficie maleolar interna* pertenece al maléolo tibial. Es vertical, plana, triangular con la base hacia adelante; se continua con la superficie superior formando un ángulo redondeado, ligeramente obtuso. La *superficie maleolar externa o perónea* es convexa de arriba hacia abajo. Lo mismo que la superficie maleolar tibial, es de forma triangular, pero con base superior y vértice inferior. Está separada de la superficie tibial por la franja sinovial que llena la estrecha

hendidura, alargada de adelante hacia atrás, de la articulación peroneotibial inferior.

2.3.5.1.1.MECANISMO DE LA ARTICULACIÓN TIBIOTARSIANA.- Es una articulación tróclear, donde solamente se producen movimientos de flexión y extensión, alrededor de un eje casi transversal, un poco oblicuo sin embargo, de afuera hacia adentro y de atrás hacia adelante, que se confunde con el eje de la polea astragalina. La flexión aproxima la cara dorsal del pie a la cara anterior de la pierna: en la extensión esta se aleja. La flexión está limitada por la tensión de los fascículos posteriores de los ligamentos laterales: en ocasiones, durante la flexión forzada, la tibia se pone en contacto con el cuello del astrágalo. La extensión se detiene por la tensión de los fascículos anteriores de los ligamentos laterales. En la extensión forzada, el borde posterior de la superficie tibial puede encontrarse con el tubérculo externo de la cara posterior del astrágalo. De una posición externa a la otra, el movimiento de flexión-extensión mide aproximadamente 70°.

La polea astragalina es más ancha por delante que por detrás; por lo tanto, en la flexión del pie, la parte anterior de la espiga astragalina penetra en la mortaja tibioperonea y separa la tibia del maléolo externo. En este movimiento, la franja sinovial de la articulación peroneotibial inferior, llena el intervalo comprendido entre los dos huesos. En la extensión del pie, la mortaja tibioperonea viene a corresponder con la parte estrecha de la polea, y el maléolo externo vuelve a

aproximarse a la tibia: la franja sinovial entonces penetra en la cavidad de la articulación Tibiotarsiana.

2.3.5.2. ARTICULACIÓN CALCÁNEO-ASTRAGALINA, LLAMADA TAMBIÉN SUBASTRAGALINA.-

Pertenece al género de las trocoides, es una articulación independiente entre el astrágalo y el calcáneo, situada por atrás del canal del tarso. Está formada por la carilla de la cara inferior del cuerpo del astrágalo y la carilla posterior de la cara superior del calcáneo. Los borde articulares están unidos por una corta cápsula que se engruesa a cada lado. La parte anterior de la cápsula se encuentra en el canal del tarso.

2.3.5.2.1. MEDIOS DE UNIÓN.- son una cápsula y tres ligamentos. *La cápsula articular;* se inserta en los bordes de los cartílagos de revestimiento, menos en la parte posteroexterna, donde se inserta en el calcáneo a unos milímetros por detrás de la superficie articular. *Los ligamentos,* se describen tres: externo, posterior e interóseo; *el ligamento astragalocalcáneo externo* está situado por delante del fascículo peroneocalcáneo de la articulación Tibiotarsiana; es paralelo a este ligamento y se extiende desde la apófisis externa del astrágalo a la cara externa del calcáneo. *El ligamento astragalocalcáneo posterior* es un fascículo corto y delgado, extendido desde el tubérculo externo de la cara posterior del astrágalo a la cara superior del calcáneo. *El ligamento astragalocalcáneo interóseo* es común a las dos articulaciones astragalocalcáneas y ocupa el hueco astragalino o seno del tarso

2.3.5.3. ARTICULACIÓN MEDIOTARSIANA DE CHOPART.-

Une la primera fila del tarso a la segunda. Se compone de dos articulaciones distintas, yuxtapuestas: la primera, situada en el lado interno, es la articulación *Astrágaloescafoidea*; la otra, externa, es la articulación *Calcáneocuboidea*, la cual es una enartrosis.

2.3.5.3.1. ARTICULACIÓN ASTRÁGALOESCAFOIDEA.- comprende diferentes superficies articulares, la superficie astragalina, es la cabeza del astrágalo, que es redondeada, subdividida por dos crestas romas y tres segmentos recubiertos por una capa continua de cartílago articular. La cual se adapta a una cavidad formada hacia atrás por la cara posterior cóncava del escafoides, la carilla antero-interna de la cara superior del calcáneo y el ligamento calcáneoescafoideo inferior.

MEDIOS DE UNIÓN.- la cápsula se inserta en los bordes de las superficies articulares, menos en la parte interna, donde se inserta en el cuello del astrágalo. Los ligamentos son: Astrágaloescafoideo superior, inferior, astragalocalcáneo interóseo y el ligamento calcáneoescafoideo externo. *El ligamento Astrágaloescafoideo superior* se extiende desde la cara superior del cuello del astrágalo al borde superior del escafoides.

El ligamento Astrágaloescafoideo inferior es una lámina fibrosa gruesa que se dirige desde la apófisis menor del calcáneo al borde inferior

y a la extremidad interna del escafoides. *El ligamento Astragalocalcáneo interóseo* situado por detrás de la articulación astragalocalcánea anterior, pertenece a esta articulación principalmente por su plano fibroso anterior. *El ligamento Calcáneoescafoideo externo* forma parte del ligamento en V o en Y, considerado como clave de la articulación de Chopart. El ligamento en Y se inserta por detrás en la cara dorsal de la apófisis mayor del calcáneo, por delante del ligamento interóseo astragalocalcáneo; esta inserción se prolonga hacia abajo a lo largo del borde interno de la superficie articular cuboidea del calcáneo.

2.3.5.3.2. ARTICULACIÓN CALCÁNEOCUBOIDEA.- es una articulación por encaje recíproco. La superficie articular del calcáneo ocupa toda la cara anterior de su apófisis mayor, es convexa en sentido transversal; en sentido vertical es cóncava por arriba y convexa en la parte inferior. Se adapta con precisión a la cara posterior, articular del cuboides, que presenta una orientación inversa.

MEDIOS DE UNIÓN.- la cápsula articular es más laxa por fuera que por dentro; esta reforzada por tres ligamentos. *El ligamento Calcáneoocuboideo superior o dorsal* es una lámina fibrosa delgada, frecuentemente dividida en varios pequeños fascículos. Se extiende desde la cara superior de la apófisis mayor del calcáneo a la cara dorsal del cuboides. *El ligamento Calcáneoocuboideo inferior o plantar* es una banda fibrosa nacarada, extendida desde la cara inferior del calcáneo al cuboides

y a los cuatro últimos metatarsianos. Está formada por dos capas: superficial y profunda. *El ligamento Calcáneo-cuboideo interno* es el fascículo externo del ligamento en Y, se extiende desde la apófisis mayor del calcáneo a la cara dorsal del cuboides, muy cerca de su cara interna.

2.3.5.4. ARTICULACIÓN TARSOMETATARSIANA LLAMADA DE LISFRANC.-

Los tres cuneiformes y el cuboides están articulados entre sí de manera que forman una bóveda ósea transversal de concavidad inferior, el *arco tarsiano*. Las articulaciones que unen las cuatro piezas de este arco irradian a partir del centro de curvatura de la bóveda siguiendo una dirección semejante a la que tienen las tres primeras articulaciones intermetatarsianas. El primer cuneiforme y el primer metatarsiano tienen una cavidad articular independiente. Las cavidades de las articulaciones cuneometatarsianas intermedia y externa se comunican (alrededor de los ligamentos interóseos) con las articulaciones intercuneiformes y cuneoescafoideas. El segundo metatarsiano se introduce en una cavidad formada por los tres cuneiformes. Existe una sola cavidad para la articulación entre el cuboides y el cuarto y quinto metatarsianos.

Las articulaciones tarsometatarsiana se mantienen unidas por cápsulas articulares, así como por *ligamentos plantares, dorsales e interóseos*. La articulación *tarsometatarsiana* del dedo gordo es una característica distintiva del ser humano, en ella puede haber un movimiento de oposición en los antropoides, pero no en el hombre. Quienes adquieren destreza en el uso de los dedos del pie,

como aquellos que nacen sin manos, lo hacen por medio de los movimientos en las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas.

2.3.5.5. LAS ARTICULACIONES ESCAFOCUBOIDEA Y ESCAFOCUNEALES.-

La articulación cuneoescafoidea es una artrodia entre los cuneiformes y el escafoides, cuyo cartílago articular presenta carillas para los cuneiformes. El cuboides y el escafoides suelen estar unidos por tejido fibroso, pero entre ellos se puede encontrar una pequeña cavidad sinovial.

2.3.5.6. LAS ARTICULACIONES METATARSO-FALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS.-

Las articulaciones metatarsofalángicas son condileas, y las interfalángicas son trocleares, pero en ambas la disposición de los ligamentos es semejante. Cada articulación está unida por una cápsula articular reforzada por dos ligamentos colaterales que se extienden en sentido distal cruzando la articulación y se insertan en la base de la falange y la porción plantar de la cápsula, que es una gruesa almohadilla de tejido fibroso denso o de fibrocartílago, llamada *ligamento plantar*.

Los ligamentos plantares de las articulaciones metatarsofalángicas están unidos entre sí, por resistentes fibras transversales del *ligamento transverso profundo del metatarso*, el cual ayuda a mantener juntas las cabezas de los metatarsianos.

Estas articulaciones tienen una función doble:

1. Orientar el pie para una presentación correcta de la planta con respecto al suelo en cualquier posición de la pierna y de inclinación del terreno.
2. Modificar la forma y curvatura de la bóveda plantar para que el pie se adapte a las desigualdades del terreno y de este modo crear, entre el suelo y la pierna que trasmite el peso del cuerpo, un sistema amortiguador para que el paso sea elástico y fácil ¹²

2.3.6. LA BOVEDA PLANTAR:

“El arco longitudinal del pie se desarrolló hace 10 – 20 millones de años y es un fenómeno peculiar del *Homo sapiens*. Dicho arco se adaptó con el paso del tiempo para la locomoción bípeda y actúa como palanca durante la deambulación.” ¹⁷⁻¹⁸. Arandes y Viladot consideran la bóveda plantar como una estructura destinada al mantenimiento del peso corporal ²⁰⁻²¹.

Hoy en día se sigue manejando este concepto de bóveda plantar, que tiene forma de media concha abierta y está compuesta por diferentes arcos, como un sistema trabecular distribuidos de cargas. La parte superior de la bóveda, que soporta las fuerzas a compresión está compuesta por los huesos, mientras que la parte inferior, que resiste las fuerzas de tracción se compone por ligamentos, aponeurosis, músculos cortos y tendones de los músculos largos. Dicha bóveda no se forma por una simple elevación del plano horizontal, sino por los movimientos invertidos del retropié en pronación y el antepié en supinación. ²¹⁻²²

Los arcos longitudinales parten del Calcáneo a la porción anterior. Son más elevados cuanto más internos, cayendo hasta el suelo a medida que nos acercamos al borde lateral. Cada metatarsiano forma su propio arco, en específico, el segundo radio forma un ángulo comenzando por el calcáneo-astrágalo-escafoides seguido por la segunda cuña y el segundo metatarsiano. El ángulo de este con la horizontal es de 15° , siendo el del primer metatarsiano de 20° . Cuando aumenta la angulación en el apoyo aparece la sobrecarga. El arco dibujado por el segundo metatarsiano forma, junto con el primer y el tercer arco, el pie dinámico o astragalino, pues son los de mayor movilidad. Los otros dos arcos, los laterales, forman el pie estático o calcáneo. Mientras que los primeros son fundamentales para el movimiento, los segundos son para el apoyo. Los arcos transversales son cuatro: astrágalo-calcáneo; cuboides-escafoides; cuboides y cuñas; metatarsianos. Para mantener dichos arcos se precisa de la ayuda de estabilizadores ligamentosos, capsulares y musculares.

Los músculos tienen un importante papel estabilizador, en el apoyo unimodal, sobretodo en el pie plano. De entre todos ellos destaca el abductor del dedo gordo. Sin embargo la función muscular debe ser entendida en un concepto más amplio que una mera mantenedora de la bóveda plantar, actuando realmente como contrafuertes de cargas mal aplicadas en los procesos patológicos y como estabilizadores de la columna articulada sustentara del peso corporal, logrando un equilibrio eficaz con el mínimo gasto de contracción muscular.

Existe una controversia en el reparto de cargas a través de las estructuras óseas del pie. Para Morton desde el astrágalo el 50% de la carga se transmite al apoyo posterior y la otra mitad al anterior, recibiendo los metatarsianos un peso por igual, excepto el primero que recibe el doble que los demás.²³ Sin embargo Padovani, piensa que el talón recibe en 56% del peso que soporta el pie; y Arandes- Viladot y Lelièvre, tras el cálculo mecánico, estiman que el 75% de la carga pasa por el talón y el resto se distribuye al antepié.²⁰

Con respecto al reparto de carga, Fick (*al igual que Virchow, Strasser, Destot, Charpy y Masart*) consideró al pie como “un trípode de apoyo” donde la función estática reside en el calcáneo y en la cabeza del primero y quinto metatarsiano. Tal distribución de cargas ha conducido al concepto mecánico del taburete de tres patas¹³⁻²⁴, donde hay tres arcos (interno, externo y anterior) unidos en su centro, que se apoyan en el suelo por tres puntos, los antes mencionados, formando un triángulo equilátero. El aplanamiento del arco interno produciría un pie plano valgo, y el del arco anterior, el llamado pie plano anterior. Sin embargo este concepto falla, como han explicado ciertos autores, pues los arcos en el pie humano no tienen igual altura, retrasando su punto nodal y formando un triángulo isósceles²⁰⁻²⁵⁻²⁶.

Hoy en día se ha pasado tanto de estos conceptos antiguos de la teoría del trípode, donde el pie al apoyarse en las cabezas del primer y quinto metatarsianos formaba un arco transversal anterior. Y desde los trabajos de Morton se acepta que son varios los puntos de apoyo del pie, teniendo un pilar posterior constituido por el *Calcáneo* y un pilar

anterior dividido en cinco pequeñas columnas formadas por los cinco metatarsianos. Es de aquí que surge la teoría de que todos los metatarsianos soportan carga, aguantando el metatarsiano el doble de peso de cada uno de los restantes.

Lelièvre ya habla de un apoyo anterior inmediato (del primer y quinto metatarsianos) y otro mediato (los restantes metatarsianos) formando el conjunto de las cabezas de los metatarsianos un arco elástico con un apoyo central dependiente de la fase de la marcha ²¹⁻²⁷⁻²⁸. Viladot defiende la existencia de un arco anterior en descarga que desaparece con la carga mostrando un apoyo distribuido entre todos los metatarsianos ²⁸. En los últimos años se han realizado estudios de análisis de la marcha y de la distribución de las presiones dentro de la huella plantar que han venido a confirmar esta concepción del apoyo de todos los metatarsianos con inexistencia del arco anterior en carga, resaltando la importancia del primer y segundo radios tanto en estática como en dinámica ²⁵⁻²⁹⁻³⁰⁻³¹⁻³²⁻³³. La desaparición o la disminución de la altura de la bóveda plantar, con lo que se modifican los puntos de apoyo normales del pie causando dolores que dificultan la función normal del mismo se conoce como pie plano. El retropié prona y el antepié supina.

La arquitectura de la planta del pie se puede definir como una bóveda sostenida por tres arcos. No forma un triángulo equilátero, pero, al poseer tres arcos y tres puntos de apoyo, su estructura se presta a la comparación: sus puntos de apoyo están comprendidos en la zona de contacto con el suelo, o impresión plantar y corresponden a

la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y la tuberosidad posterior del calcáneo.

El arco anterior, es el más bajo y corto; el arco externo, de longitud y altura intermedia y el arco interno, el más largo y alto, siendo este el más importante desde el punto de vista estático como dinámico¹³⁻²⁹⁻³⁴.

2.3.6.1. ARCO INTERNO.- Comprende cinco piezas óseas; de delante hacia atrás:

1. El primer metatarsiano, que descansa en el suelo únicamente por su cabeza.
2. El primer cuneiforme, que no toma contacto con el suelo.
3. El Escafoides, se encuentra a 18mm por encima del suelo.
4. El Astrágalo, se encarga de distribuir los impulsos transmitidos por la pierna hacia la bóveda.
5. El Calcáneo, que descansa en el suelo por su extremo posterior.

El arco interno conserva su concavidad gracias a los ligamentos: cuneometatarsiano, escafo-cuneal, calcáneo-escafoideo inferior, calcáneo-astragalino y por los músculos: tibial posterior, peróneo lateral largo, flexor propio del dedo gordo, al aductor del dedo gordo.

El arco interno es muy flexible gracias a la movilidad del astrágalo sobre el calcáneo²⁹⁻³⁴⁻

35.

2.3.6.2. ARCO EXTERNO.- Comprende tres piezas óseas:

1. El quitó metatarsiano, cuya cabeza constituye el punto de apoyo anterior del arco anterior.
2. El Cuboides, suspendido por encima del suelo.
3. El Calcáneo, siendo la tuberosidad posterior el punto de apoyo posterior del arco.

Este arco toma contacto con el suelo por medio de las partes blandas y se encuentra elevado a 5 mm. del suelo. Es mucho más rígido para poder transmitir los impulsos motores del tríceps, debido a la gran potencia del ligamento calcando-cuboideo plantar.

Los tensores activos de este arco formados por tres músculos: el peróneo lateral corto, peróneo lateral largo y el abductor del quitó dedo ³⁸⁻³⁹.

2.3.6.3. ARCO ANTERIOR Y CURVATURA TRANSVERSAL.- Se extiende desde la cabeza del primer metatarsiano incluido con sus sesamoideos, hasta la cabeza del quinto metatarsiano y se encuentra a una altura de 6 mm., siendo la cúpula de la bóveda la cabeza del segundo metatarsiano y se encuentra a una altura de 9 mm.¹³.

A concavidad se halla poco acentuada y el apoyo lo hace a través de las partes blandas; esta sostenido por el ligamento intermetatarsiano y por un solo músculo: el fascículo transversal del abductor del dedo gordo.

El arco anterior se desploma con frecuencia y da como consecuencia el pie plano anterior, o incluso se invierte y da como resultado un pie convexo anterior, lo cual implica la formación de callosidades bajo las cabezas metatarsianas descendidas¹⁰⁻¹³.

2.4. CRECIMIENTO DEL PIE.-

El crecimiento del pie en la vida intrauterina ha servido en algunos estudios para monitorizar el crecimiento fetal. El crecimiento del pie intrauterino se desarrolla en dos fases que se equilibran, la primera embrionaria donde crece a expensas del borde axial peróneo, y la segunda fetal donde lo hace a expensas del borde pre-axial tibial³⁸.

El crecimiento integral del niño durante la infancia no es homogéneo, y el miembro superior crece antes que el inferior, así como el pie crece antes que el resto de dicho miembro³⁹. Al nacimiento la dimensión del pie es entre un 20% y un 34% del tamaño adulto final, midiendo entre 7 y 8 cm. Alrededor del año de vida en niñas y al año y medio en niños, el pie alcanza la mitad de la longitud final y a los 2 años el arco longitudinal está completamente formado⁸⁻³⁶⁻³⁷.

Este pie infantil entre 1 y 5 años crece unos 0.9 cm por años, a los 6 años el pie ha doblado su longitud. Entre los 5 y 10 años alcanza el 63% del incremento total y a los 10 años el pie tiene el 81% de la longitud final. Dicha longitud se alcanza a los catorce años en niñas y a los quince años en los niños³⁸.

Esto quiere decir que en todos los momentos del crecimiento, el tamaño del pie está muy cerca del tamaño adulto, así los factores que alteren el crecimiento del mismo afectaran poco el tamaño final del pie, cosa que no sucede en el tamaño del fémur y la tibia³⁶⁻³⁷⁻⁴⁰. Al nacer están osificados astrágalo, calcáneo, cuboides, metatarsianos y las falanges excepto la intermedia y distal del quinto dedo. El pie ocupa una posición neutra en ángulo recto o de extensión y eversión de 15°. Sobre los cuatro años todos los elementos del tobillo y pie se han osificado y aparece el arco interno del pie. Durante el desequilibrio de los primeros pasos el pie se coloca en rotación externa, haciendo pasar la línea de gravedad no por el segundo radio, sino por dentro del primero, llevando a la pronación y aplanamiento del pie, ante unos ligamentos laxos.

Esto se corrige progresivamente llegando a los dos años con un arco longitudinal bien definido, con el talón en posición neutra y el centro de gravedad pasando entre el primer y segundo dedos. A los 8 años se encuentran todos los centros de osificación, observándose al menos 50 cartílagos de crecimiento.

2.5. EL PIE PLANO

2.5.1. DEFINICIÓN DE PIE PLANO.-

El pie plano infantil es una de las preocupaciones más comunes y de mayor presentación en la consulta pediátrica⁴¹⁻⁴². A pesar de ello no existe aún una definición

universalmente aceptada de pie plano pediátrico, pero se mantienen criterios aceptados para su definición como son la presencia de *Talo Valgo* y de *Un Aplanamiento del arco longitudinal medial del pie* ⁴³ de aquí que el diagnóstico de pie plano se divide en diferentes tipos y puede ser doloroso o no doloroso, flexible o rígido, funcional o no funcional. ⁴⁴ .

El pie plano se define como la alteración 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.¹ Dicho de otra manera el pie plano es una deformidad en valgo con aplanamiento gradual del arco longitudinal medial del pie que se observa desde los 30 meses de edad. El arco longitudinal medial es la concavidad formada por huesos y articulaciones que se observa en la parte interna de la planta del pie. Esta estructura permite, al estar de pie, distribuir el apoyo a la parte externa.²

Los infantes nacen con pie plano, y es de conocimiento universal que el arco longitudinal se desarrolla naturalmente durante la primera década de la vida.⁴⁵ El pie plano se hace evidente cuando los niños desarrollan la bipedestación y en la mayoría de los casos causa preocupación en sus padres. Se trata de una de las mayores causas por la que los niños son llevados tanto a la consulta pediátrica, como a la consulta con ortopedistas, por sus padres; quienes desean que sus hijos obtengan un tratamiento oportuno y eficaz para evitar los estigmas tanto médicos con sociales que en la antigüedad eran relacionados con el pie plano.

Como se mencionó antes todos los infantes nacen con pie plano, y se encuentra dado por dos fenómenos, el primero dado por la presencia de una almohadilla de grasa en la planta del pie, y segundo que el arco longitudinal medial plantar no se encuentra presente en el momento del nacimiento lo cual está dado por la gran flexibilidad de los ligamentos del niño, lo cual hace que sea difícil observar el arco antes de los 3 años de edad.

Como era costumbre los niños diagnosticados de dicha patología han sido tratados con zapatos que soportan el arco plantar, como con plantillas ortopédicas, diseñadas para mejorar la curvatura y rediseñar el arco plantar longitudinal aparentemente colapsado, pero muchos de los recientes estudios han demostrado una duda razonable frente a dichos tratamientos, muchos de sus autores concluyen o son de la opinión de que el pie plano es una ocurrencia normal en la edad pediátrica temprana, la cual se resuelve espontáneamente sin necesidad de ningún tipo de los antedichos tratamientos.⁴⁵

De todos modos la definición de clínica del pie plano en niños se encuentra rodeada de mucha confusión, pero lo que se sabe con certeza es la clasificación dada del pie plano la cual los diferencia generalmente del pie plano resultado de causas fisiológicas como las que se enumeran más adelante y el que resulta de causas patológicas (el cual comúnmente toma el nombre de pie plano rígido.).

2.5.2. FISIOPATOLOGÍA E HISTORIA NATURAL DEL PIE PLANO.-

Como se mencionó antes tanto la presencia de la grasa plantar como la laxitud ligamentaria fisiológica, hacen que frecuentemente los niños presenten pies planos valgus hasta los 3 años de edad. Luego de lo cual, la disminución progresiva de la laxitud ligamentaria hace que la mayor parte del desarrollo del arco longitudinal medial se presente durante la primera década de la vida de los infantes y que posteriormente continúe con menor intensidad hasta los doce años.¹³ De aquí que el desarrollo de la huella plantar evoluciona siguiendo la misma tendencia, desde un patrón plano en los primeros años hasta un patrón con arco en la edad adulta.⁴⁶

La altura del arco longitudinal medial o interno del pie está determinado por la forma y ubicación de los huesos, al igual que la laxitud de los ligamentos: los músculos son importantes para el balance y la función del pie pero no para mantener la estructura. El hundimiento de la bóveda plantar se debe a la debilidad de sus medios de sostén naturales, los músculos y ligamentos. Los ligamentos bastan por si solos durante un corto periodo de tiempo para mantener la curvatura normal de la bóveda. Sin embargo si los soportes musculares se debilitan, los ligamentos acaban por distenderse y la bóveda se hunde definitivamente.¹³⁻³⁶⁻³⁷⁻⁴⁶. El pie plano debido a una insuficiencia muscular, del tibial posterior o del peróneo lateral largo es excepcionalmente infrecuente de los niños⁴⁷. El aplanamiento del arco medial puede ser producto de la desviación plantar de uno, dos o tres de los componentes articulares: astragalocalcánea, astrágaloescafoidea o cuneoescafoidea.

Cuando el pie esta sin apoyo, adopta una actitud en varo, puesto que el peróneo lateral largo es abductor. Por el contrario desde que el peso del cuerpo se aplica sobre la bóveda plantar, el arco medial se hunde y el pie gira en valgo debido a dos factores:

1. La curvatura transversal de la bóveda, sostenida en condiciones normales por el tendón del peróneo lateral largo, se deja aplanar, al mismo tiempo el arco interno (medial) descende; cuya consecuencia es una rotación de la parte anterior del pie sobre su eje longitudinal, de tal manera que la planta toma contacto con el suelo en toda su anchura y a la vez parte anterior del pie se incurva hacia fuera.¹³.
2. El calcáneo gira en pronación sobre su eje longitudinal y tiende a apoyarse sobre su cara interna. Este valgo visible por el ángulo que forma el eje del tendón de Aquiles y el talo, sobrepasa los 5° de variación fisiológica, para alcanzar los 20°⁴⁶. El cual según las guías de la Sociedad Alemana de Ortopedia los niños con un valgo <20° presentan pie plano flexible, donde una corrección activa es posible. Y cuando el valgo es >20° define el diagnóstico de pie plano patológico.⁴⁸

Cuando el pie hipomóvil recibe cargas además de las fuerzas estáticas del cuerpo (peso), el calcáneo muestra pronación bajo el astrágalo con su extremo anterior rotado hacia fuera y en sentido dorsal, en tanto que la cabeza del astrágalo lo hace hacia adentro y en sentido plantar. El ligamento calcáneoescafoideo inferior se elonga y no sostiene la cabeza del astrágalo.

El ligamento interóseo astragalocalcáneo esta laxo y permite la eversión del talón; el escafoides se abduce en relación a la cabeza del astrágalo y se desplaza en bloque junto con el extremo anterior del calcáneo. El antepié es llevado hacia dentro, desplazando el centro de gravedad del cuerpo sobre el primer metatarsiano o por dentro de él, que en circunstancias normales se encuentra entre el segundo y tercer rayo. No es el aplanamiento del arco longitudinal, sino el desplazamiento de la carga hacia adentro lo que hace el pie pronado. La naturaleza hace el centro del pie el centro de gravedad del cuerpo (mecanismo compensatorio).⁴⁶

El valgo del pie, desplaza el centro de presión hacia el borde interno del pie y la cabeza del astrágalo se inclina hacia abajo y hacia adentro, lo que hace que en el borde interno se vean tres prominencias:

- El maléolo interno en prominencia anormal.
- La parte interna de la cabeza del astrágalo.
- El tubérculo del escafoides.

La prominencia del tubérculo del escafoides señala el vértice del ángulo abierto hacia fuera, de manera que forman juntos el eje de la parte superior del pie y el de la parte anterior. La aducción pronación de la parte posterior del pie esta compensada por una desaparición de la bóveda; malformaciones que en conjunto han sido reconocidas como pie plano valgo doloroso. Si además de los trastornos citados se acompaña de contractura

miostática del tríceps sural, el calcáneo es llevado a una flexión plantar, intensificando la postura en valgo.

No hay definiciones clínicas o radiográficas universalmente aceptadas sobre la altura promedio o rango normal del arco longitudinal medial, para lo cual en el 2009 se realizó el **p-FFP6** o Pediatric- Flat Foot Proforma (proforma pediátrica de pie plano), mismo que es la actualización del *Pediatric Flat Foot Pathway* el cual además de demostrar ser menos complicado y consumir menos tiempo en administrarse, tuvo una reproductibilidad mayor que la demostrada para su primera versión, en cuanto se refiere al diagnóstico y manejo de pie plano en la edad pediátrica.

El pie plano, como una morfología postural, desde hace mucho tiempo ha sido asociado con dolor y discapacidad (e.g. exclusión del servicio militar en ambas Guerras Mundiales) y es por eso que se trata de una preocupación cada vez más creciente a los ojos de los padres, desde el punto de vista de proteger la salud de sus hijos.

2.5.3. CLASIFICACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR.-

Para fines didácticos y de mejor entendimiento de los tipos de pie plano Viladot clasifica la huella plantar por grados los cuales se pueden relacionar con su clasificación etiológica descrita más adelante en este trabajo:

- **GRADO I:** aparece un aumento del apoyo externo del pie. Se considera normal mientras su mínima anchura no llegue a la mitad de la máxima anchura del antepié. Si es igual o superior, se trata de un pie plano de primer grado.
- **GRADO II:** hay contacto del borde interno del pie con el suelo, pero se mantiene la bóveda. Es como si hubiese cedido el arco interno pero no se hubiera hundido la bóveda. En este grupo se incluye el pie cavo-valgo.
- **GRADO III:** desaparece completamente la bóveda plantar.
- **GRADO IV:** corresponde al pie en balancín o en mecedora. La anchura del apoyo es mayor en la parte central que en la parte anterior y posterior ⁹

✚ *Para fines de esta investigación se definió como pie normal a quienes correspondían al Grado I de la huella plantar, pie plano flexible al Grado II – III, y pie plano patológico o rígido al Grado IV de la huella plantar según Viladot.*



Figura 1.

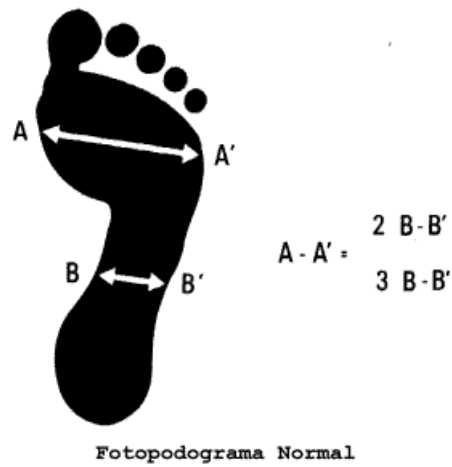


Figura 2.

2.5.4. CLASIFICACIÓN ETOLÓGICA DEL PIE PLANO:

❖ PIE PLANO POR ALTERACIONES OSEAS:

➤ **CONGÉNITAS.-** Alteraciones del escafoides, escafoides accesorio prominente, hueso tibial externo cuya alteración radica en una insuficiencia funcional del tendón del tibial posterior.

▪ **SINOSTOSIS.-** Debida probablemente a una falla de diferenciación y segmentación del mesénquima primitivo. Los más frecuentes que pueden dar lugar a un pie plano son el astrágalo calcáneo interno y la barra

calcáneo escafoidea, produciendo una limitación progresiva en la parte interna del pie.

- **ASTRÁGALO VERTICAL (PIE EN MECEDORA).**- el escafoides se halla luxado hacia arriba y el astrágalo en posición vertical, patología que se produce alrededor del segundo mes de vida.

- **PIE PLANO TRAUMÁTICO.**- En fracturas talámicas del calcáneo en la que se produce un hundimiento del astrágalo en la cara dorsal del calcáneo. En la luxofractura del escafoides produciéndose un acortamiento del arco interno.

- **PIE PLANO SECUNDARIO A ENFERMEDADES OSEAS.**- en procesos infecciosos agudos y crónicos.

- **PIE PLANO DE ORIGEN IATROGÉNICO.**- producidos por un exceso de corrección al practicar artrodesis en el pie.

❖ **ALTERACIONES MUSCULO-LIGAMENTOSAS:**

- **PIE PLANO FLEXIBLE (LAXO) INFANTIL.**- se trata de falsos pies planos debidos a un aumento del panículo adiposo en la planta del pie. De 3 a 10 años se tratan generalmente de niños hiperlaxos que hacen que el astrágalo

se deslice hacia abajo, hacia dentro, hacia delante, habiéndose un ángulo formado por los ejes mayores del cuerpo del astrágalo y del calcáneo.

➤ **PIE PLANO POR SOBRECARGA PONDERAL.-** Relacionado íntimamente con un trastorno hormonal que actué a nivel de la capsula y ligamentos (relaxina).

➤ **PIE PLANO POR ALTERACIONES ENDOCRINOLÓGICAS.-** en mujeres embarazadas y menopaúsicas relacionadas con problemas de hipersecreción hormonal.

➤ **PIE PLANO SECUNDARIO A ARTRITIS REUMATOIDE.-** debido tanto a alteraciones óseas como a la insuficiencia ligamentosa que resulta de la distensión de las capsulas que provocan los derrames y el pannus sinovial.

➤ **AFECCIONES GENERALIZADAS QUE MODIFICAN LA ELASTICIDAD.-** raquitismo, síndrome de Morquio y de Ehlers Danhlos.

❖ **ALTERACIONES NEUROMUSCULARES:**

➤ **RETRACCIÓN DEL TENDÓN DE AQUILES.-** lo que provoca una horizontalización del calcáneo.

- **PIE PLANO PRODUCIDO POR SECUELAS POLIOMIELÍTICAS.-** parálisis del tibial anterior y posterior, y parálisis del peróneo lateral largo, principal responsable dinámico de la conservación de la bóveda plantar.

- **PARÁLISIS ESPÁSTICAS.-** incluidos cuadros clínicos cuyo origen es de una lesión medular o cerebral. El espasmo muscular, las retracciones fibrosas y la atrofia de los músculos antagonistas y las deformidades óseas que pueden aparecer, fijar y agravar la deformidad del pie.

- **PIE PLANO EN LAS MIOPATÍAS.-** los niños con estas lesiones aumentan su base de sustentación durante la deambulación separando las piernas y aplanando los pies acompañados de una retracción del tendón de Aquiles.

- ❖ **TRAUMATISMOS DEL TIBIAL POSTERIOR.-** causado por secciones parciales o totales del tendón del Tibial Posterior, o muchas de las veces se ha encontrado un tendón elongado.

2.5.5. EPIDEMIOLOGIA.-

Recientes estudios sobre el tema como los de Adalid LA y cols. en el 2004 en los niños de la ciudad de Morelia, Mexico y el de Pfeiffer y cols. en el 2006 en los niños de la ciudad de Viena, Austria reportan:

Grupo de edad: 3 a 6 años de edad.

Prevalencia de pie plano flexible.- 44%.

Prevalencia de pie plano patológico.- < 1%.

Con un 10% de uso de plantillas ortopédicas.

La prevalencia de pie plano tiene una relación inversamente proporcional con la edad, encontrándose una prevalencia del 54% de pie plano en el grupo de 3 años de edad mientras que el 24% de los niños de 6 años de edad presentan pie plano, de aquí que la probabilidad de pie plano disminuye un 36.8% por año de edad.

Además el diagnóstico de pie plano tiene una prevalencia del 52% en el género masculino, mientras que es del 36% en el género femenino.

Se refiere también una prevalencia de pie plano del 51% en niños con sobrepeso, y del 62% en niños obesos.

De aquí que las variables con mayor relación con la prevalencia de pie plano son la edad, género y peso.⁴⁵

2.5.6. DIAGNÓSTICO Y MANEJO.-

A pesar de que el diagnóstico de pie plano es muy común y bien establecido en términos clínicos, todavía no se dispone de una herramienta confiable y reproducible para la evaluación de esta condición.

El pie plano pediátrico es todavía un tópico controversial, mientras que reportes relacionados con el pie plano inundan la literatura médica. Todavía se mantiene una posición algo alejada y bien fundada en conocimiento científico sobre esta condición clínica. No se dispone de una definición definitiva, y los niños continúan siendo diagnosticados mediante una amplia gama de métodos, desde los observacionales a mediciones clínicas e incluso métodos de imagen, muchos de los cuales son poco respaldados en términos de validez y confianza.

Es por eso que se cuenta con la herramienta FFP (Flat Foot Pathway) la cual fue evaluada en Agosto del 2009, estimando reproductibilidad y confianza en la misma, y se la actualizo a p-FFP (The paediatric flat foot proforma) la cual demuestra ser de mejor manejo y reproductibilidad para tanto el diagnóstico de pie plano, como para el diagnóstico de los subtipos, cuanto para su manejo por parte de los clínicos y ortopedistas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio tiene como principal objetivo determinar la prevalencia de pie plano en los preescolares y escolares, comprendidos entre las edades de 3 a 10 años, en el Valle de Los Chillos, Cantón Quito, Provincia de Pichincha que asisten a los diferentes centros educativos establecidos en dicho poblado, durante el periodo de Diciembre 2010 a Enero 2011.

3.1. TIPO DE ESTUDIO.- Se trata de un estudio Transversal.

3.2. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.-

- **GÉNERO:** Taxón que agrupa a especies que comparten ciertos caracteres. Variable cualitativa dicotómica, escala nominal, Independiente; pudiendo ser Masculino o Femenino.
- **EDAD:** Es el tiempo que ha vivido una persona, desde el momento de su nacimiento. Es una variable cuantitativa, escala numérica continua, Independiente, medida en años.
- **PESO:** Es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo. Variable numérica, escala continua Independiente, medida en kilogramos de peso.

- **TALLA:** Es la estatura o altura de las personas. Variable numérica, escala continua, Independiente. Medida en metros.
- **IMC (ÍNDICE DE MASA CORPORAL):** Se trata de una medida de asociación entre el peso y la talla, el cual es altamente utilizado para evaluar estado nutricional de los individuos cumpliendo los criterios dictados por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Variable numérica, escala continua decimal. Obtenida con la formula.

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Altura (m}^2\text{)}$$

- **HUELLA PLANTAR:** Definida para propósitos de este estudio como la forma que toma la planta del pie al sostener carga de peso, tomados como referencia las huellas plantares de los participantes de este estudio a la bipedestación sobre el podoscopio. Variable cualitativa, escala nominal, variable dependiente. La cual puede ser catalogada como *Normal* o *Pie plano*.
- **MANIOBRA DE FONSECA:** Maniobra descrita en la literatura médica para el diagnóstico y diferenciación del pie plano flexible, consiste en pedir al paciente que soporte su peso en la punta de los pies (pararse de puntillas) lo cual ayuda a la aparición del arco plantar longitudinal medial. Variable cualitativa, escala nominal, Dependiente. Que puede ser positiva (cuando se forma el arco plantar) o negativa (cuando no hay formación del arco plantar).

- **EXTENSIÓN DEL DEDO GORDO DEL PIE (MANIOBRA DE JACK):** Maniobra descrita en la literatura médica para el diagnóstico y diferenciación del pie plano flexible, consiste en pedir al paciente que se siente y al tomar el pie de paciente e hipertextender el dedo gordo del pie se formara el arco plantar longitudinal medial, esta maniobra se la realiza sin carga de peso. Variable cualitativa, escala nominal. Dependiente. Que puede ser positiva (cuando se forma el arco plantar) o negativa (cuando no hay formación del arco plantar).
- **TIPO DE EDUCACIÓN:** Variable cualitativa, escala nominal, independiente. La cual puede ser pública o privada
- **TRATAMIENTO ORTOPÉDICO PREVIO:** Para fines de este estudio se definió como tratamiento previo, al tratamiento ortopédico conservador, siendo estos zapatos especiales o plantillas ortopédicas. Tomándose como criterio de exclusión cualquier tipo de intervención quirúrgica en el pie. Variable cualitativa, escala nominal, dependiente. La cual puede ser si (la presencia de tratamiento ortopédico conservador previo) o no (la ausencia de tratamiento ortopédico conservador previo o el haber sido sometido algún tipo de intervención quirúrgica del pie).

3.3. UNIVERSO.-

El universo lo comprenden los potenciales pacientes en edad pediátrica, comprendidos entre las edades de 3 y 10 años que acuden a las diferentes instituciones educativas y de cuidado preescolar localizadas en el sector del Valle de los Chillos, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Luego de realizado un estudio de campo se encontró que se cuenta con treinta instituciones educativas apuntadas directamente al cuidado preescolar y misión educativa donde se encuentran juntos tanto escolares como preescolares que serán el objetivo de este estudio.

Para tomar un tamaño representativo de este universo de treinta instituciones se tomó el 5% de las mismas lo cual da un valor de seis instituciones, en las cuales se realizó la toma de muestras para la realización de este estudio.

3.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA.-

Para el tamaño de la muestra se realizó una prueba piloto en una séptima institución educativa, la cual cuenta con los mismos parámetros establecidos como las seis escogidas del universo como muestras representativas del universo, para que al momento del muestreo no se cuente con datos previos los cuales pudieran sesgar el estudio. A partir de esta prueba se realizó una corrección poblacional con la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \alpha \times p \times q}{e^2}$$

Que tenemos de esta fórmula:

1. Debemos calcular $n =$
2. $Z \alpha$ sabemos, ya que si trabajamos con un nivel de confianza del 95%, el puntaje Z equivalente será: 1,96; en tanto que si trabajamos con el 99%, este puntaje será 2,57.
3. desconocemos p y q de la fórmula. Para fines de este estudio obtuvimos p de:
 - a) Que es la solución que se recomienda, es realizar una prueba piloto, la misma que se efectúa en pequeñas poblaciones (20 personas en este caso) y que consiste en realizar un ensayo preliminar de la investigación, es decir, el realizar toda la investigación en una población pequeña, de tal suerte que la prevalencia que se obtiene de la prueba piloto, la asumiríamos como p de la fórmula.
4. Debemos asumir la precisión. Usualmente se trabaja con precisiones que van de 1 a 10%, sin embargo el uso de uno u otro valor de precisión depende de la factibilidad de realizar la investigación con el tamaño muestral calculado. Si la muestra resulta muy grande, deberá sacrificarse la precisión. Para fines de este estudio se utilizó una precisión del 6%.⁴⁹

Una vez aplicada dicha fórmula se obtuvo una n de 260 participantes para el estudio con un nivel de precisión del 6%, los cuales fueron repartidos proporcionalmente entre los seis diferentes centros educativos escogidos de acuerdo al número de estudiantes de cada plantel comprendidos entre los 3 a 10 años de edad.

3.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.-

1. Criterios de Inclusión:

- a. Estar comprendido entre las edad de 3 y 10 años
- b. Ser alumno de cualquiera de los seis planteles educativos seleccionados para el desarrollo de este estudio.
- c. Tener autorización de sus padres para formar parte del estudio.
- d. No haber sido sometido a ningún procedimiento quirúrgico del pie.
- e. De haber recibido tratamiento ortopédico previo, este no debe ser de tipo quirúrgico.

2. Criterios de Exclusión:

- a. Participantes fuera del rango de edad predeterminado para este estudio.
- b. No tener autorización previa de sus padres para formar parte de este estudio.
- c. Poseer algún tipo de alteración de la columna.
- d. Haber sido sometido a algún tipo de intervención quirúrgica del pie.

3.5. RECOLECCIÓN DE DATOS.-

Para la obtención del tamaño muestral que hizo posible la realización del presente trabajo, se efectuó un muestreo estratificado multietapico, donde el tamaño muestral fue de 260 niños, repartidos proporcionalmente de acuerdo al universo obtenido de los seis planteles educativos en los cuales se realizó este estudio.

1. Se obtuvo la autorización de las autoridades de los diferentes planteles educativos seleccionados para formar parte de este estudio.
2. A través de una lista de estudiantes comprendidos entre las edades de 3 a 10 años pertenecientes a cada plantel educativo se realizó una selección randomizada de los mismos para formar parte de este estudio.
3. Una vez obtenido el número de participantes para el estudio, se procedió a pedir autorización tanto de los participantes, como de sus padres para que formasen parte de este estudio.
4. Se verifico que los participantes cumplieran los criterios de inclusión para este estudio
5. La recolección de muestras se llevó a cabo con la ayuda de un podoscopio de construcción artesanal, en el cual se pidió que los participantes que se coloquen sobre el vidrio, apoyando y distribuyendo su peso de la manera más uniforme posible y se procedió a tomar fotografías de las huellas plantares de cada uno de los participantes.

3.6 ANÁLISIS DE DATOS.-

Una vez, tomadas todas las muestras, se procedió a digitalizar las fotografías de las huellas plantares para su posterior clasificación y medición. Para aquellos participantes en quienes mediante este estudio se diagnosticó de pie plano patológico, se procedió a notificar a sus padres para el seguimiento por especialidad pertinente.

Para la creación de una base de datos y su posterior análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS v18.0 con licencia de la PUCE mediante el cual se pudo realizar la asociación de variables necesaria para el análisis de datos de este estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEMOGRÁFICA.-

Del universo tomado para este estudio, comprendido por 30 planteles educativos en el Valle de los Chillos que tienen una población de estudiantes comprendidos entre los 3 a 10 años de edad, se tomó el 5% como muestra representativa, lo cual implica 6 instituciones en este sector del cantón Quito.

Se tomó una muestra de 260 estudiantes en seis planteles educativos en el Valle de los Chillos durante el periodo Diciembre 2010 a Enero 2011. De los cuales todos cumplían con los criterios de inclusión y ninguno cumplió con los criterios de exclusión.

Los participantes de este estudio se encontraron comprendidos entre las edades de 3 a 10 años de edad, de los cuales se obtuvo una moda de 4 años y una mediana de 6 años con un promedio de 6.18 ± 2.22 años, que presenta una distribución en percentiles del 4 años en el percentil 25, 6 años en el percentil 50 y 8 años ubicado sobre el percentil 75.

Como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1
Prevalencia de pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo
Diciembre 2010 – Enero 2011. Distribucion por edad.

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	3	33	12,7
	4	44	16,9
	5	37	14,2
	6	26	10,0
	7	43	16,5
	8	30	11,5
	9	19	7,3
	10	28	10,8
	Total	260	100,0

Fuente: Encuesta
Elaboración: Juan León

4.1.1 Distribución por Grupos de Edad.-

Para realizar un mejor análisis estadístico se realizó una subdivisión de los participantes de este estudio en grupos de edad así:

- Grupo 1: Comprendido desde los tres a los cinco años de edad.
- Grupo 2: Comprendido desde los seis a los ocho años de edad
- Grupo 3: Comprendido desde los nueve a los diez años de edad.

Tabla 2
Prevalencia de pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el
periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Distribución por grupos de edad

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	1	114	43,8
	2	99	38,1
	3	47	18,1
	Total	260	100,0

Fuente: Encuesta
Elaboración: Juan León

Obteniéndose frecuencias de 43,8% (114 participantes) comprendidos entre los tres y cinco años de edad (grupo 1), del 38,1% (99 participantes) comprendidos entre los seis y ocho años de edad (Grupo 2) y del 18,1% (47 participantes) comprendidos entre los nueve y diez años de edad.

4.1.2. Distribución por Género.-

Tabla 3
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo
Diciembre 2010 – Enero 2011. Distribución por Género

	Frecuencia	Porcentaje
Válidos MACULINO	129	49,6
FEMENINO	131	50,4
Total	260	100,0

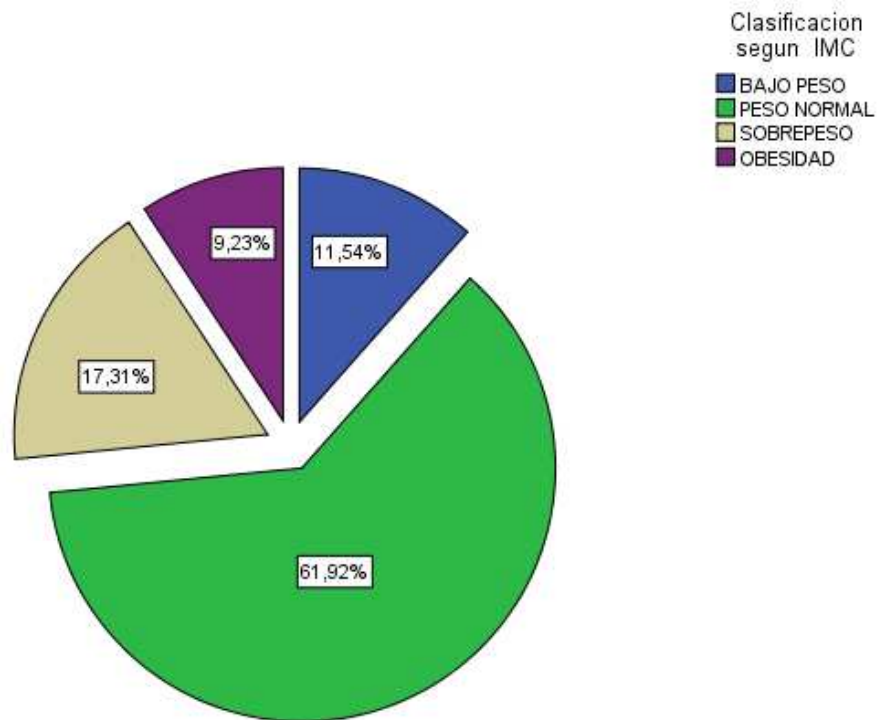
Fuente: Encuesta
Elaboración: Juan León

Siendo el género femenino el más frecuente con un 50,4%.

A continuación se presenta un gráfico de la distribución del IMC

4.1.3. Distribución según el Índice de Masa Corporal (IMC)

Grafico 1
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo
Diciembre 2010 – Enero 2011. Distribución según IMC



Fuente: Encuesta
Elaboración: Juan León

Obteniéndose la mayor frecuencia de 61,9% para participantes con peso normal y de un 17,3% para los participantes con obesidad.

4.1.4. Distribución por tipo de educación.-

Tabla 4
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Distribución por tipo de educación.

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	PUBLICA	142	54,6
	PRIVADA	118	45,4
	Total	260	100,0

Fuente: Encuesta

Elaboración: Juan León

Siendo la más frecuente la educación pública con una frecuencia del 54,6%.

4.2. Prevalencia de Pie Plano.-

4.2.1. Clasificación según la huella plantar.-

Tabla 5
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Clasificación según el tipo de huella plantar.

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Normal	158	60,8
	Plano	102	39,2
	Total	260	100,0

Fuente: Encuesta

Elaboración: Juan León

Encontrándose una frecuencia global del 39,2 de pie plano entre los participantes de este estudio, comprendidos entre las edades de tres a diez años de edad. Con intervalos de confianza 34% – 43%

4.2.3. Clasificación por subtipo de pie plano.-

Como podemos ver en la siguiente tabla se encontró una prevalencia del 79.2% (80 participantes) con pie plano flexible y un 8.1% (21 participantes) con pie plano patológico, tomados de la muestra global; debiendo aclarar que la diferenciación entre ambos subtipos de realizo de acuerdo a la gradación dada por Viladot de pie plano, siendo tomados para este estudio como patológicos aquellos participantes comprendidos entre los Grados III y VI en la escala de Viladot.

Tabla 6
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Clasificación por subtipo de pie plano

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Pie Plano Flexible	80	30,8
	Pie Plano Patológico	21	8,1
	Total	101	38,8
Perdidos	Sistema	159	61,2
Total		260	100,0

Fuente: Encuesta

Elaboración: Juan León

Teniendo en cuenta que para la clasificación de pie plano flexible y patológico se utilizó la escala de valoración de Viladot, a continuación se muestra una tabla que describe las diferentes frecuencias según la clasificación de dicho autor.

4.2.4. Clasificación de pie plano según escala de Viladot.-

Tabla 7
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Clasificación por subtipo de pie plano.

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Grado I	17	6,5
	Grado II	63	24,2
	Grado III	21	8,1
	Total	101	38,8
Perdidos	Sistema	159	61,2
Total		260	100,0

Fuente: Encuesta

Elaboración: Juan León

Siendo el más frecuente el Grado II de Viladot con un 24,2% y sin encontrarse casos de grado IV el cual para este estudio se definió como definitivamente patológico o astrágalo vertical.

4.2.5. Presencia de Pie Plano y Tratamiento Ortopédico Previo.-

Tabla 8
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Asociación de Pie Plano y Tratamiento Ortopédico Previo.

		Tratamiento Ortopédico Previo		Total
		Si	No	
Clasificación según su Huella Plantar	Normal	0	158	158
	Plano	6	96	102
Total		6	254	260

Fuente: Encuesta.

Elaboración: Juan León

Obteniéndose una prevalencia de 2.3% (6 participantes) con tratamiento ortopédico previo, lo cual es estadísticamente significativo con una p: 0.03 con OR: 1,063 IC (1,012 – 1,115)

4.3. Caracterización del Pie Plano.-

4.3.1. Según el Género.-

Tabla 9
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Asociación de Pie Plano y Género.

		Clasificación según su Huella Plantar		Total
		Normal	Plano	
SEXO	MACULINO	73	56	129
	FEMENINO	85	46	131
Total		158	102	260

Fuente: Encuestas.

Elaboración: Juan León

Encontrándose una prevalencia del 43.4% de pie plano en los participantes del género masculino (p: 0.204)

Se realizó una asociación entre el grupo de edad y la presencia de pie plano, como se expone en la siguiente tabla.

4.3.2. Según el grupo de edad.-

Tabla 10
Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Asociación de Pie Plano y Grupo de edad.

		Clasificación según su Huella		Total
		Plantar		
		Normal	Plano	
RECODIFICACION DE LA	1	69	45	114
EDAD	2	62	37	99
	3	27	20	47
	Total	158	102	260

Fuente: Encuestas

Elaboración: Juan León

Con una prevalencia del 39.4% (45 participantes) de pie plano en el primer grupo de edad, 37.3% (37 participantes) en el segundo y del 42.5% (20 participantes) en el tercero, para lo cual se realizó la prueba de significancia sin encontrarse una relación estadísticamente significativa con una $p:0.834$.

4.3.3. Según el IMC (Índice de masa corporal).-

Tabla 11

Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. Asociación de Pie Plano y El IMC.

		Clasificación según su Huella		Total
		Plantar		
		Normal	Plano	
Clasificación según IMC	BAJO PESO	18	12	30
	PESO NORMAL	97	64	161
	SOBREPESO	34	11	45
	OBESIDAD	9	15	24
Total		158	102	260

Fuente: Encuestas

Elaboración: Juan León

Obteniéndose una frecuencia del 62.5% de pie plano en el grupo de niños catalogados con obesidad en el presente estudio y una menor frecuencia del 24% en el grupo de los participantes con sobrepeso con una $p: 0.022$.

Porcentajes de pie plano según IMC (Índice de Masa Corporal)

Bajo Peso	40%
Peso Normal	39.7%
Sobrepeso	24.4%
Obesidad	62.5%

Además se realizó una asociación entre el tipo de educación y la presencia de pie plano, con los hallazgos descritos a continuación.

4.3.4. Según el tipo de Educación.-

Tabla 12

Prevalencia de Pie plano en niños escolares y preescolares del valle de los chillos en el periodo Diciembre 2010 – Enero 2011. : Asociación de Pie Plano y El tipo de Educación.

	Clasificación según su Huella Plantar		Total
	Normal	Plano	
EDUCACION PUBLICA	95	47	142
PRIVADA	55	63	118
Total	158	102	260

Fuente: Encuestas

Elaboración: Juan León

Presentando una prevalencia del 46% de pie plano en las instituciones privadas vs el 52.5% de pie plano encontrado en las instituciones públicas, para lo cual se realizó una prueba de significación con resultados para $p: 0,026$ con OR: 1,765 IC95% (1,067 – 2,918)

Se procedió a realizar una regresión logística con los datos obtenidos, encontrándose que las variables que podrían explicar la presencia de pie plano en los niños y niñas objeto de estudio fueron: el género y el tipo de establecimiento educativo, así, se evidencia que es mayor la presencia de pie plano en las niñas y niños de las escuelas públicas (OR= 2,293 con IC95%= 1,31 a 4,005) siendo esta asociación estadísticamente significativa ($p= 0,04$) y con el género, siendo menor la presencia de pie plano en mujeres (OR= 0,54 IC95%= 0,287 A 0,883) $p = 0,017$.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

El presente estudio pretende estimar la prevalencia de pie plano en la población de niños escolares y pre-escolares comprendidos entre las edades de tres y diez años y los factores que influyen su aparición en este grupo de edad.

El pie plano es uno de los diagnósticos más comunes con los que se enfrenta tanto el médico pediatra, como el médico general, García 1999 reporto una prevalencia del 2.7% en 1181 niños comprendidos entre las edades de dos y trece años en la provincia de Málaga, España; mientras que en recientes estudios como el de Pfeiffer 2006 se reporta una prevalencia del 44% de pie plano flexible en niños entre los tres y seis años de edad, pero encontrando una prevalencia menor al 1% de pie plano patológico en los niños de la ciudad de Viena, Austria.

En el presente estudio se encontró una prevalencia del 39.2% de pie plano flexible, tomando como referencia para el diagnóstico del mismo, las maniobras descritas por Fonseca (aparición del arco plantar al apoyar el peso del cuerpo sobre la punta de los pies) y la descrita por Jack (aparición del arco plantar con la hiperextensión del dedo gordo del pie) y una prevalencia del 2.3% de pie plano patológico, lo que concuerda con los valores descritos por los autores en recientes estudios, lo cual apoya la hipótesis planteada para este estudio. Que la prevalencia de pie plano flexible en nuestro país es algo similar a la descrita en estudios con poblaciones diferentes a la de nuestro medio.

Recientes estudios como el de Pfeiffer y col. Llegan a la conclusión que uno de los principales factores predictivos relacionados con la aparición de pie plano flexible es la edad, demostrando que existe una relación inversamente proporcional entre la edad y la prevalencia de pie plano. En este estudio se encontró una prevalencia de 43.8% de pie plano para al grupo de los tres a cinco años de edad, 31.8% para al grupo de los seis a ocho años de edad y 18.1% para el grupo de los nueve a diez años de edad, a pesar de no encontrarse una relación estadísticamente significativa con un valor de p : 0.834. Pero que es respaldado por los estudios que reportan el mismo fenómeno de disminución de la prevalencia de pie plano mientras aumenta la edad. Pfeiffer y col. Reportan una prevalencia del 54% en niños de tres años de edad y del 24% en niños de seis años de edad, llegando a la conclusión que la prevalencia disminuye en un 36.8% por cada año de edad. Roa and Joseph⁵⁰ Reportan una prevalencia 14.9% (seis años) y 9.1% (siete años).

Hasta el 2006, la prevalencia de pie plano no respondía a una distribución por género, pero fue con el estudio realizado por Pfeiffer y col. Donde se reporta una mayor prevalencia de pie plano en el género masculino con un 56% para dicho género. Los resultados de este trabajo también demuestran una prevalencia de pie plano que obedece a su distribución por género, con un 43.4% para el género masculino: a pesar de no haberse demostrado diferencias estadísticamente significativas para ambos géneros con una valor de p : 0.204. Pero que de cierta manera respaldan las tendencias antes descritas de una distribución por género de esta patología.

Además se demuestra que existe una relación estadísticamente significativa entre el IMC (índice de masa corporal) y la presencia de pie plano, con un 62.5% de obesidad en los niños con pie plano. Y de un 24.4% para los niños con Sobrepeso. Corroborado por estudios anteriores que demuestran un incremento en la huella plantar de los niños con sobrepeso y obesidad en Australia, comparados con grupos similares pero con un índice de masa corporal normal⁵²

Como un hallazgo interesante y sin precedentes en la literatura consultada se describe en este estudio una mayor prevalencia de pie plano entre los niños que asisten a escuelas privadas con un valor de p: 0,026 con OR: 1,765 IC (1,067 – 2,918). Lo cual podría en cierta manera explicar la presencia de tratamiento ortopédico previo únicamente en las escuelas privadas el cual fue de un 2.3%. y que de cierta manera representa una mejoría en el diagnóstico y tratamiento de dicha patología, lo cual concuerda con las tendencias actuales a los tratamiento conservadores de esta patología y que son respaldados por el p-FFP.

Pero que si se considera desde un punto de vista social, podría reflejar que aun se mantienen los temores antes enunciados por parte de los padres cuando sus hijos presentan pie plano, y que muchas veces con mantenidos y alimentados por parte de trabajadores de la salud, lo cual lleva a la sobre prescripción de tratamiento ortopédico muchas veces innecesario. Y que a la vez encarece los servicios de salud, lo cual en nuestra sociedad muchas veces dificulta el acceso a la salud para muchos de los Ecuatorianos, a pesar de la aplicación de nuevas leyes de salud.

A pesar de no haber sido una variable estudiada en este trabajo, se sabe que existen creencias muy arraigadas en nuestra sociedad, que relacionan el pie plano con una discapacidad y se trata de un estigma social para quienes lo padecen. Es lo que se describe en la literatura cuando se hace referencia a la limitación que hasta hace medio siglo, eran sujetos quienes fueron diagnosticados de pie plano y no se les permitía ingresar al servicio militar, cosa que hasta algunos años era válido en nuestro país para el mismo propósito.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En el presente estudio, se concluye:

- Que la prevalencia de pie plano flexible tiene una relación inversamente proporcional con la edad, lo que afianza los conocimientos médicos acerca de la evolución en el tiempo de la huella plantar y que se trata de una fase evolutiva normal del pie.
- La prevalencia de pie plano patológico en la población estudiada es algo mayor al 1% de lo descrito en la literatura, pero que confirma la hipótesis propuesta en el mismo, la cual expone que la prevalencia y los factores de riesgo para pie plano flexible son similares a las poblaciones estudiadas en el extranjero.
- Se concluye que las variables que pueden explicar la presencia de pie plano en niñas y niños objeto de este estudio fueron el género y el tipo de establecimiento educativo.
- Siendo la asociación de pie plano con escuelas públicas estadísticamente significativa lo que quiere decir que para esta muestra el riesgo de observar pie plano en escuelas públicas es 2.2 veces mayor que en las escuelas privadas, del universo del cual se tomó la muestra es 1,3 a 4 veces más probable encontrar niños con pie plano en las escuelas públicas. Lo cual podría ser explicado por

factores socioeconómicos, como el acceso a la salud y los temores infundados por los padres de niños con pie plano y el mantenimiento de los mismos por parte de profesionales de la salud, que a la larga podría llevar a la sobre prescripción de tratamiento ortopédico muchas veces innecesario que encarece los servicios de salud y por lo cual las escuelas públicas muchas veces carecen de medico de planta.

- La asociación de pie plano y género es estadísticamente significativa con $p:0.017$, siendo la prevalencia de pie plano menor en el género femenino, en la muestra del estudio es 0.5 veces menos probable encontrar niñas con pie plano, del universo del cual fue tomada la muestra se encuentra entre 0.2 a 0.8 veces menos probable encontrar niñas con pie plano. En otras palabras el género femenino es un factor protector tanto en la muestra como en el universo de donde se tomó la muestra.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

A partir de este estudio se recomienda:

- Incentivar la introducción de herramientas probadas y recomendadas para el diagnóstico, seguimiento y tratamiento del pie plano pediátrico, como por ejemplo el p-FFP (Pediatric Flat Foot Proforma).
- El uso de herramientas diagnósticas que han probado ser reproducibles en la práctica clínica, y que llevan a una mejor evaluación y posterior tratamiento de los pacientes pediátricos.
- Promover campañas educativas tanto a padres como a los mismos niños, que puedan ayudar a erradicar las ideas equivocadas de la mentalidad de nuestra población acerca de los mitos y verdades relacionados con el pie plano en la edad Pediátrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

- 1) Iñarritu A, Bravo P. Pie plano. PAC MGI, México D. F. 1997; 4(1): 48-50.
- 2) Prevalencia de pie plano en niños de Morelia (Flat foot prevalence in children) Adalid Arizmendi Lira,* Eduardo Pastrana Huanaco,** Benjamín Rodríguez Lara* Revista Mexicana de Pediatría Vol. 71, Núm. 2 • Mar.-Abr. 2004 pp 66-69
- 3) Aboitis C. Conceptos actuales acerca del pie plano en los niños. Revista Mexicana de Pediatría 1999; 66(6): 257-9.
- 4) Zollinger-Exner T. The lax juvenile flexible flat-foot-disease or normal variant. Orthop J 1995; 52: 449-53.
- 5) The paediatric flat foot proforma (p-FFP): improved and abridged following a reproducibility study Angela Margaret Evans*1, Hollie Nicholson2 and Noami Zakarias3 Journal of Foot and Ankle Research 2009, 2:25 doi:10.1186/1757-1146-2-25
- 6) Isidro Llorens A. Puntos evolutivos clave en el diseño del pie humano. Revista de Medicina y Cirugía del Pie 1997; 1: 61-9
- 7) Romer, A.S. & T.S. Parsons. 1977. The Vertebrate Body. 5th ed. Saunders, Philadelphia. (6th ed. 1985))
- 8) Developmental Juvenile Osteology : Louise Scheuer , Sue Black , Sue M. Black, 2000. Elsevier Ltd
- 9) Viladot A. diez lecciones sobre patología del pie. Ediciones Toray. S: A. Barcelona- España 1998 Pags. 65-89
- 10) Moore. Persaud, embriología Clínica, séptima edición, editorial Elsevier; Madrid – España, 2004, Pags: 410-424
- 11) Lagman, T. W. Sadler, embriología médica; quinta edición. Editorial médica Panamericana. Buenos Aires – Argentina. Pags. 145-149
- 12) Gardner. Gray. O, Anatomía, quinta edición. Editorial Interamericana – MacGraw, Mexico 1991 Pags. 267-285.
- 13) Kapandji. A. Cuadernos de fisiología articular, Editorial Toray-Masson. S.A., Paris-Francia: Tercera edición, Pags: 154-220

- 14) Testud A. Latarjet: Tratado de Anatomía Humana, Salvat editores, Tomo I. Barcelona – España, Pags. 425 – 455.
- 15) Testut L. Latarjet, Compendio de anatomía descriptiva. Barcelona – España, Editorial Salvat 1972, 530 – 532
- 16) Rouviere H. Delmas A. anatomía Humana, descriptiva, topográfica y funcional. Novena edición Tomo III, Masson S.A. Mexico 1988.
- 17) Monkowski D. Egid H. Bloqueo de tobillo. Revista argentina de anestesiología 2006. 62, 6: 513-517-
- 18) Aguado Jodar, X.; Izquierdo Redín, M.; González Montesinos (1997). Biomecánica fuera y dentro del laboratorio. universidad de león. león.
- 19) Izquierdo, M.(2008). Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. ed. Médica Panamericana, Madrid.
- 20) Arandes R, Viladot A. Clínica y tratamiento de las enfermedades del PIE (podología). Barcelona: Editorial Científico-Médica, 1956.
- 21) Valenti V, Viladot A. “Principios de biomecánica del antepié”. En: Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Acción médica, 2000. p. 121-123.
- 22) Viladot A. “Concepto histórico del pie”. En: Nuñez-Samper, Llanos. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Ed Masson, 1997; 1A(1). p. 3-7.
- 23) Morton DJ. Evolution of the human foot. Am J Phys Antrop. 1922; 5 (4): 305-336.
- 24) Báez-Prieto. Apuntes de podología. Escuela Oficial de Podología. Universidad Complutense de Madrid. 1974-1980.
- 25) Monreal Redondo D. “Biometría del esqueleto del primer radio del pie”. Tesis doctoral dirigida por el Prof. Dr. Fernández Camacho: Universidad Alcalá de Henares, Departamento de anatomía, 2004.
- 26) Monreal-Redondo D, Fernández-Camacho FJ. Diaphyseal nutrient foramina in the first metatarsals in normal and hallux valgus feet: location and surgical implications. Surg Radiol Anat. 2003; 25: 234-240.
- 27) Lelièvre J. Patología del pie. Barcelona : ed. Toray-Masson, 1º ed, 1970.
- 28) Lelièvre J, Lelièvre JF. Patología del pie. Barcelona : ed Toray-Masson, 1982.

- 29) Viladot A (3). "Anatomía". En: Patología del antepié. 4º ed. Barcelona:Springer-Verlag Ibérica, 2001; cap 1. p. 1-13.
- 30) Sarrafian S.K. Anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic,functional. Philadelphia: JB. Lippincott Company, 2º ed, 1993.
- 31) San Gil Sobert MA. "Análisis dinámico de la marcha. Estudio de los distintos centros de presión sobre la huella plantar. Influencia de los distintos calzados".Tesis doctoral dirigida por Gómez Pellico L: Universidad de Alcalá. 1988.
- 32) Comin M. "Influencia sobre las presiones plantares del calzado blando y duro". Tesis doctoral dirigida por A Villaroya Aparicio: Universidad de Zaragoza.1988.
- 33) Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure distribution under symptomfreefeet during barefoot standing. Foot Ankle. 1987; 7 (5): 262-276.
- 34) Viladot Pericé A y cols. Quince lecciones sobre patología del pie. 2º ed.Barcelona: Springer-Verlag Ibérica, 2000.
- 35) Viladot A. Manual de exploración del pie. Jarpyo editores SA., 2002. p. 9-11.
- 36) Tachdjian M. Ortopedia pediátrica, segunda edicion, volumen cuatro. Mexico. Interamericana, 1994 Pags: 2927 – 2967
- 37) Tachdjian M. Compendio de Ortopedia Pediátrica, segunda edicion. Mexico. Interamericana. 1999, Pags: 25 – 37
- 38) Robles E, Nuñez-Samper M. "Cronobioogía del pie, pie en crecimiento". En: Nuñez-Samper, Llanos. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona Ed Masson, 1997; 2A(16). p. 129-133.
- 39) Staheli LT. Fundamentals of Pediatric Orthopedics. Segunda edición.Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998. pp. 1-5 y 47.
- 40) Ogden JA (1). "Anatomy and physiology of skeletal development". En: Ogden.Skeletal injury in the child. New York: Springer-Verlag, 2000; (1). p. 8-27.
- 41) Rome, K, ashford RL, Evans A: Non-surgical interventions for paediatric pes planus. Cochrane Database syst Rev. 2007; (1): CD006311.
- 42) Sullivan JA: Paediatric Flatfoot: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surgery 7: 44, 1999

- 43) Staheli LT: Evaluation of planovalgus foot deformities with special reference to the natural history, JAPMA 77: 2, 1987
- 44) Angela Margaret Evans, PhD. JA: The flat-footed Child To Treat or Not to Treat, What is the Clinician to Do? Podiatric Medical Association. Vol 98 No 5, October 2008
- 45) Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children, Martin Pfeiffer, Rainer Kotz, Thomas Ledl, Gertrude Hauser and Maria Sluga. Pediatrics 2006;118:634-639, DOI: 10.1542/peds.2005-2126.
- 46) Santamaria, Lapo, Villalba. Eficacia del tratamiento ortopédico vs Fisiatríco del pie plano, Quito-Ecuador. 2006.)
- 47) Barr, Alejandro: Pie plano Flexible..¿Qué y por qué tratar?, revista Chilena de Pediatría, Vol 77 No 4, Agosto 2000
- 48) Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie. Leitlinien der Orthopädie. Vol 2. Köln, Germany 2002).
- 49) Bioestadística Teoría y Aplicaciones en medicina, Dr. Rene Buitrón Andrade, 2005.
- 50) Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 2300 children. J Bone Joint Surg Br. 1992;74:525-527
- 51) Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. J Bone Joint Surg Br. 1985;67:71-78
- 52) Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? Int J Obes Relat Metab Disord. 2001;25:845-52.