



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA TERAPIA FÍSICA MÉDICA**

**TEMA:**

“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES AFROECUATORIANOS DE 7 A 11 AÑOS DE EDAD DE LA UNIDAD EDUCATIVA VALLE DEL CHOTA”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Licenciado en Terapia  
Física Médica

**AUTOR:** Mantilla Cifuentes Luis Alberto

**DIRECTOR:** Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

IBARRA-ECUADOR

2019

## **CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS**

Yo, Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc. en calidad de tutora de la tesis titulada: **“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES AFROECUATORIANOS DE 7 A 11 AÑOS DE EDAD DE LA UNIDAD EDUCATIVA VALLE DEL CHOTA”**, de autoría de: **Luis Alberto Mantilla Cifuentes**, una vez revisada y hechas las correcciones solicitadas certifico que está apta para su defensa, y para que sea sometida a evaluación de tribunales.

En la ciudad de Ibarra, a los 02 días del mes de octubre de 2019

**Lo certifico:**

(Firma)  .....

Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.  
C.I.: 1003019740  
**DIRECTORA DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA:</b>	100382690-4		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Mantilla Cifuentes Luis Alberto		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Hugo Guzmán y Alfredo Albuja (La Victoria)		
<b>EMAIL:</b>	luisdrato@hotmail.es		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2-615-947	<b>TELF. MÓVIL:</b>	0988250693
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES AFROECUATORIANOS DE 7 A 11 AÑOS DE EDAD DE LA UNIDAD EDUCATIVA VALLE DEL CHOTA.”		
<b>AUTOR (A):</b>	Mantilla Cifuentes Luis Alberto		
<b>FECHA:</b>	2019/10/02		
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTAN:</b>	Licenciatura en Terapia Física Médica		
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.		

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 02 días del mes de octubre de 2019

### EL AUTOR:

(Firma).....

Luis Alberto Mantilla Cifuentes

C.C: 100382690-4

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FCS – UTN

**Fecha:** Ibarra, 02 de octubre del 2019

**Luis Alberto Mantilla Cifuentes** “ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES AFROECUATORIANOS DE 7 A 11 AÑOS DE EDAD DE LA UNIDAD EDUCATIVA VALLE DEL CHOTA” / Trabajo de Grado Licenciado en Terapia Física Médica. Universidad Técnica del Norte.

**DIRECTORA:** Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

El principal objetivo de la presente investigación fue, Determinar la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota. Entre los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar la muestra de estudio según edad y género. Evaluar la huella plantar del pie dominante en los escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota. Identificar la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en los sujetos de estudio. Describir la relación de la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla de los afroecuatorianos.

**Fecha:** Ibarra 02 de octubre de 2019

  
.....  
Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.  
**Directora**

  
.....  
Luis Alberto Mantilla Cifuentes

**Autor**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación es dedicada a mi amada hija Camila Estephania Mantilla Ortíz quien ha sido siempre mi principal motivación para luchar y superarme en todo momento en que he pensado en renunciar, a mi adorada esposa Stephany Ferananda Ortíz Monroy, aquella persona tan importante quien ha sido mi apoyo incondicional sin importar las circunstancias, a mis sagrados padres Alberto Mantilla y Blanca Cifuentes quienes siempre buscan ofrecerme lo mejor de sus vidas forjando principios y valores en fin de ser una buena persona; a mis amadas hermanas Laura Mantilla y Alexandra Mantilla, personas tan importantes para mi desarrollo integral siendo así mi ejemplo a seguir en cada momento difícil y finalmente a una guerrera quien fue especial en mi vida; Doménica Santacruz, a quien prometí también, culminar mis estudios para brindarle lo mejor de mi vida a mi hija y cuidar de su hermana día a día.

*Luis Alberto Mantilla Cifuentes*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco ante todo a Dios por haberme regalado la dicha de ser quien soy y llegar hasta donde ahora estoy lleno de vitalidad, amor, sabiduría, paciencia y humanismo para poder así cambiar la vida de muchas personas brindando lo mejor de mí.

Un agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte, por permitirme el espacio necesario en sus instalaciones para mi formación integral gracias a sus docentes quienes han ofrecido siempre su profesionalismo.

De manera muy afectuosa, agradezco a mis padres y hermanas Alberto Mantilla, Blanca Cifuentes, Alexandra Mantilla y Laura Mantilla, mismos que hicieron posible alcanzar este honroso título gracias a sus esfuerzos y consejos oportunos que fueron las palabras de aliento para conseguir lo que hoy he logrado.

Muy especialmente doy las gracias a mi esposa y a mi hija quienes jamás olvidaron caminar a mi lado y brindarme el apoyo necesario desde los primeros momentos en que esto solo era un sueño y que ahora se ha convertido en algo tan importante en nuestras vidas.

A mi suegra, quien siempre ha sido aquella persona que te ofrece de lo poco que tiene y se convierte en lo mucho que posees; un consejo sincero para la toma de ciertas decisiones difíciles de la vida.

Agradezco también a una guerrera muy especial, quien me enseñó a pesar de sus pocos años de experiencia, que lo importante no es ganar sino ese esfuerzo que das día a día durante dura la batalla y que no gana quien al final está de pie; gana, quien jamás dejó de intentar una y otra vez ponerse en pie una vez más.

Hago mención y agradezco a toda mi familia y amigos que han estado presentes a lo largo del proceso de formación prestos siempre a ayudarme en los momentos difíciles que han transcurrido para poder obtener esta victoria hoy día.

*Luis Alberto Mantilla Cifuentes*

## ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS .....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
TEMA: .....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. El problema de la Investigación .....	1
1.1. Planteamiento del Problema .....	1
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Justificación .....	6
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo General .....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5 Preguntas de la Investigación .....	9
CAPÍTULO II .....	10
2. Marco Teórico .....	10
2.1. Fisiología del crecimiento en niñez y la adolescencia.....	10
2.1.1. Articulación de cadera.....	13
2.1.1.1. Anatomía de cadera.....	13
2.1.1.2. Biomecánica de cadera.....	14
2.1.1.3. Desviaciones de cadera .....	14
2.1.2. Articulación de la Rodilla .....	16
2.1.2.1. Anatomía de rodilla.....	17
2.1.2.2. Biomecánica de Rodilla .....	18
2.1.2.3. Desviaciones en rodilla .....	18



2.1.2.4. Torsión de rodilla .....	21
2.1.3. Pie .....	22
2.1.3.1. Anatomía de pie .....	22
2.1.3.2. Biomecánica de pie .....	23
2.1.3.3. Fascia Plantar .....	25
2.1.3.4. Bóveda Plantar .....	27
2.1.3.5. Huella Plantar.....	30
2.1.3.6. Tipos de pie.....	33
2.2. Instrumentos de evaluación .....	35
2.3. Marco legal y ético .....	37
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador.....	37
2.3.2. Ley Orgánica de Salud .....	40
2.3.3. Código de la Niñez y Adolescencia .....	41
2.3.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida.....	42
CAPÍTULO III .....	43
3. Metodología de la Investigación .....	43
3.1. Tipo de investigación.....	43
3.2. Diseño de la Investigación.....	43
3.3. Localización y ubicación del estudio.....	43
3.4. Población .....	44
3.4.1. Universo .....	44
3.4.2. Muestra.....	44
3.4.3. Criterios de Inclusión .....	44
3.4.4. Criterios de Exclusión .....	44
3.5. Operacionalización de Variables .....	45
3.6. Métodos Recolección de Información .....	47
3.6.1. Métodos Teóricos:.....	47
3.6.2. Métodos Empíricos: .....	47
3.7. Métodos de Recolección de Información .....	48
3.7.1. Técnicas .....	48
3.7.2. Instrumentos.....	48
3.8. Validación de Instrumentos .....	49
CAPÍTULO IV .....	51
4. Análisis e interpretación de datos.....	51
4.1. Respuesta a las preguntas de investigación .....	60

CAPÍTULO V .....	61
5. Conclusiones y recomendaciones.....	61
5.1. Conclusiones.....	61
5.2. Recomendaciones .....	62
Bibliografía .....	63
ANEXOS .....	74
Anexo 1. Oficio de autorización de la institución .....	74
Anexo 2. Oficio de aprobación del distrito de educación .....	75
Anexo 3. Fichas de evaluación.....	76
Anexo 4. Consentimiento informado .....	78
Anexo 5. Evidencias fotográficas.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados caracterización según edad y género .....	51
Tabla 2 Resultados del tipo de huella plantar .....	52
Tabla 3 Resultados de angulación de cadera.....	53
Tabla 4 Resultados de la angulación de rodilla.....	54
Tabla 5 Relación entre la huella plantar y la angulación de cadera .....	55
Tabla 6 Asociación de la huella plantar y la angulación de cadera según V de Cramer .....	57
Tabla 7 Relación entre la huella plantar y la angulación de rodilla .....	58
Tabla 8 Asociación de la huella plantar y la angulación de rodilla según V de Cramer .....	59

## RESUMEN

“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES AFROECUATORIANOS DE 7 A 11 AÑOS DE EDAD DE LA UNIDAD EDUCATIVA VALLE DEL CHOTA.”

**Autor:** Luis Alberto Mantilla Cifuentes

**Correo:** luisdrato@hotmail.es

La huella plantar ocurre de la impresión de la estructura del pie, misma que pone en evidencia aquellos aspectos morfológicos gracias a la utilización de herramientas como la plantigrafía. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota, en Ecuador. La metodología se basó en un diseño no experimental, de corte transversal y correlacional. La población estudiada estuvo conformada por 93 estudiantes con edades comprendidas entre los 7 a 11 años de edad a los cuales se les aplicaron 3 instrumentos, índice de arco para determinar la huella plantar, ángulo Q para angulación de rodilla y Test de Craig para angulación de cadera. Los resultados mostraron que, la huella plantar predominante fue del pie plano con el 43,0%. La angulación de rodilla del pie dominante fue la angulación normal seguido de la angulación valgo y para la cadera la angulación normal. Se concluyó que sí existe relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla afirmando que la huella plantar influye en la angulación de dichas variables.

**Palabras clave:** pie, huella plantar, rodilla, cadera, afroecuatorianos.

## ABSTRACT

"STUDY OF PLANTAR FOOTPRINT AND ITS RELATIONSHIP WITH THE ANGULATION OF HIP AND KNEE IN AFROQUATORY SCHOOLS FROM 7 TO 11 YEARS OF AGE OF THE VALLE DEL CHOTA EDUCATIONAL UNIT "

**Author:** Luis Alberto Mantilla Cifuentes

**Email:** luisdrato@hotmail.es

The plantar footprint occurs from the impression of the structure of the foot, which highlights those morphological aspects thanks to the use of tools such as plantigraphy. The objective of this research was to determine the relationship between plantar footprint and hip and knee angulation in Afro-Ecuadorian schoolchildren from 7 to 11 years of age in the Valle del Chota Educational Unit in the province of Imbabura, in Ecuador. The methodology was based on a non-experimental, cross-sectional and correlational design. The population studied was composed of 93 students from 7 and 11 years of age to which 3 instruments were applied; arc index to determine the plantar footprint, Q angle for knee angulation and Craig test for angulation of hip. The results showed that, the predominant plantar footprint was flat feet with 43.0%. The knee angulation of the dominant foot had a normal angulation followed by valgus angulation and normal angulation for the hip. It was concluded that there is a relationship between the plantar footprint and the hip and knee angulation, stating that the plantar footprint influences the angulation of these variables.

**Keywords:** foot, plantar footprint, knee, hip, Afro-Ecuadorians

**TEMA:**

“Estudio de la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota”

# CAPÍTULO I

## 1. El problema de la Investigación

### 1.1. Planteamiento del Problema

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades, es por ello que el abordaje integral en salud debe ir enfocado en la prevención de alteraciones que manifiesten desequilibrios en alguno de los estados psicológicos, físicos y la relación con la sociedad (1).

La huella o bóveda plantar es el conjunto estructural que mantiene la forma estable del cuerpo, está desarrollada por tres arcos, interno, externo y anterior. Para mantener la forma de la bóveda es muy importante el equilibrio entre todos los elementos, con actividad o sin ella y por tanto la ruptura de este equilibrio genera deformidades en el pie (2).

La huella plantar se ha convertido en un problema que afecta desde tempranas edades, las alteraciones de la huella plantar y sobre todo en etapas de crecimiento del sujeto (3).

Las distintas anomalías o alteraciones de pie en edad pediátrica pueden ser muy comunes sobre todo el pie plano, y si estas no son detectadas a tiempo pueden traer consecuencias a nivel de tobillo, pie, rodilla, hombro, columna vertebral y cadera. Recientes estudios han mostrado porcentajes que manifiestan también que los más altos índices de anormalidades se presentan de 6 a 8 años y a partir de 9 años los índices bajan significativamente, esto podrían considerarse un aspecto relevante ya que la edad de madurez de las estructuras corporales se alcanza después de los 9 años (4).

Se hace muy significativo evaluar la huella plantar a través de la marcha, esta se hace estable en el niño a partir de los 3 o 4 años, por lo que a partir de esa edad podemos

fijarnos con mayor atención en cualquier alteración de la marcha, desgastes en el calzado, desviaciones, etc, que nos hagan sospechar que algo no funciona correctamente. Entre los 7 y 9 años, el niño consigue un patrón de marcha semejante al adulto, por eso cualquier detección a temprana edad es elemental para evitar deformaciones en el futuro del niño (5).

Varios estudios han mostrado que existe asociación entre la huella plantar y las angulaciones en rodilla y cadera, dentro de ellas se destaca el estudio sobre “El bipedismo: Alteraciones del pie en estática y sus relaciones con niveles ascendentes”, realizado en España, evidenció que el exceso de pronación como de supinación inducen a una rotación externa e interna y guarda relación con las rotaciones de cadera., dichas rotaciones estimulan las inclinaciones pélvicas en plano sagital que no trascienden en columna vertebral, como de pensaba tradicionalmente (6).

En un estudio realizado en México se evidenció de igual manera mediante una investigación denominada “Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano”, que la relación de estas variables son significativamente altas reflejando así que con una muestra de 1,128 escolares de 9 a 11 años de edad, La prevalencia de sobrepeso-obesidad fue del 49.1% y de pie plano fue del 12.1% , la asociación entre obesidad y pie plano fue significativa ( $p < 0.001$ ) y con un riesgo 2.5 veces mayor en los niños con sobrepeso-obesidad en comparación con los de peso normal, concluyendo así que existe una asociación entre la obesidad y el pie plano (7).

De forma similar, estudio sobre “Relación entre la alteración del arco longitudinal interno del pie y la postura de la cintura pélvica en pacientes entre 30 a 49 años de edad, 2017”, en Perú, evaluaron las variables a través del Método de Hernández Corvo y dos fotografías examinadas por el Postural Analysis Software, los resultados mostraron que no existe una correlación estadísticamente significativa por lo que se exhorta a realizar un análisis comparando los disímiles grupos etarios, ya que, en los adolescentes y niños las alteraciones posturales no son estructurales (8).



A nivel nacional, en un estudio titulado “Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad, en Centros infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca, Ecuador 2014 - 2015” se definió que los efectos colaterales de mayor prevalencia coligados a las alteraciones de la huella plantar fueron las variaciones angulares de rodilla (27,8%); siendo el genu valgo de elevada incidencia bilateral (12,2%) (9).

De igual manera, estudio realizado en Ambato con el título “El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la Unidad Educativa Santa Rosa” muestra como resultados que del total de estudiantes evaluados que fueron 64 con pie plano, el 70 % son del género masculino y el 30 % del femenino. Además, se estableció que la primordial alteración de la rodilla, que se halla en los niños con pie plano, es el Genu valgo, seguido por la presencia de rótulas divergentes (10).

Las afecciones en torno a la huella plantar y su relación con las alteraciones patelofemorales, son muy frecuentes debido a que muchos estudios revelan una asociación significativa entre el tipo de pie y el ángulo de rodilla, es así como lo demuestra un estudio denominado “el dolor patelofemoral en el baile flamenco y su relación con el pie”, donde se evaluaron a 46 participantes, mismos que reflejaron dolor patelofemoral con un 34.78%; el 24% presentaba también genu valgo; se encontró un 34.78% de pies pronados, evidenciando la asociación de pies pronados y genu valgo con el 31.25%, mientras que la asociación de pies pronados y dolor patelofemoral fue de 43.75 % de los casos. Así se demuestra la relación directa entre la presencia de pies pronados y dolor patelofemoral en el baile flamenco. Así como entre pies pronados y genu valgo (11).

También se hace evidente que las afecciones de pie guardan relación con las alteraciones de cadera como un estudio prospectivo de más de 11 años donde se evaluó la relación entre las deformidades neonatales del pie y la presencia de displasia ecográfica del desarrollo de la cadera y se determinó también una asociación significativa (12).

Todas estas alteraciones relacionadas con el tipo de pie produce angulaciones a nivel de rodilla y cadera como se ha evidenciado en estudios anteriores, y consecuentemente pierden su equilibrio las demás estructuras adyacentes que se articulan con estas, producen principalmente dolor, alteraciones en los procesos de la marcha con una marcha antalgica y con ello, la falta de funcionalidad de las estructuras comprometidas, mismas que conllevan a ser un motivo de consulta médica y consecuentemente un incremento en el gasto sanitario de cada individuo.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Existe relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa “Valle del Chota”?

### **1.3. Justificación**

Esta investigación se ha desarrollado a fin de realizar una adecuada evaluación de la huella plantar así como también de las angulaciones de cadera y rodilla en los escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa “Valle del Chota”, de esta manera se pudo determinar en qué estado está cada evaluado actualmente; para ello se aplicó diferentes instrumentos de evaluación los mismos que facilitaron evidenciar: el tipo de pie que presentaron, los grados de angulación y el porcentaje de relación de estas variables.

El presente estudio fue viable debido a que cuenta con el consentimiento informado de los representantes legales de cada escolar de la Unidad Educativa a la que pertenecen, además de la autorización respectiva por parte del rector, así como la accesibilidad y colaboración de la institución para registrar la información necesaria; así mismo la presencia de un evaluador capacitado con la cual pudo llevar a cabo el uso de los instrumentos.

Gracias al estudio presentado, se determinó una base de datos con la que se podría implementar una investigación encaminada en la intervención fisioterapéutica; de esta manera, se podría brindar un tratamiento adecuado y a tiempo así como también realizar una prevención en fin de reducir el gasto sanitario de cada paciente enfocado en las afecciones de pie, rodilla, cadera y las demás estructuras que se encuentren comprometidas en torno al tipo de huella plantar.

La investigación tuvo factibilidad debido a que cuenta con recursos tecnológicos, gran cantidad de material bibliográfico, instrumentos validados que se extrajeron de fuentes confiables y verídicas como libros y artículos científicos, mismos que respaldan el estudio presentado.

Mediante los datos presentados en este trabajo de investigación, los participantes del estudio y los habitantes de la comunidad han recibido la información adecuada acerca del tema tratado, así como una premisa de futuras investigaciones, debido a que en la

comunidad de Carpuela no se han realizado estudios en base a la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla.

Los beneficiarios directos de este estudio fueron los escolares afroecuatorianos de la Unidad Educativa “Valle del Chota” así como la institución a la que pertenecen; como beneficiario indirecto el estudiante investigador y los estudiantes de la carrera de Terapia Física Médica, mismos que podrán hacer uso de los datos recopilados en este trabajo de investigación para próximas investigaciones.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar la muestra de estudio según edad y género.
- Evaluar la huella plantar del pie dominante en los escolares afroecuatorianos entre 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.
- Identificar la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en los sujetos de estudio.
- Describir la relación de la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla de los afroecuatorianos.

## **1.5 Preguntas de la Investigación**

¿Cuál es el resultado obtenido en la evaluación de la huella plantar en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?

¿Cuál es el resultado de la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?

¿Qué relación existe entre la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?

## **CAPÍTULO II**

### **2. Marco Teórico**

#### **2.1. Fisiología del crecimiento en niñez y la adolescencia**

La niñez es catalogada como la fase del desarrollo de la persona que comprende entre el nacimiento de esta, y la entrada en la pubertad o adolescencia. Entre el momento del nacimiento y aproximadamente hasta los 13 años, una persona se considera niño o niña. La niñez, también denominada infancia es la etapa donde el ser humano realiza el mayor porcentaje de crecimiento (13).

Por otra parte, la adolescencia procede de la palabra latina “adolescere”, del verbo adolecer, que significa: tener cierta imperfección o defecto y también crecimiento y maduración (14).

Se define como el periodo de tránsito entre la infancia y la edad adulta. Se acompaña de urgentes cambios, psicológicos, físicos, emocionales y sociales; este comienza con la pubertad y termina próximo de la segunda década de la vida, cuando se completa el crecimiento y desarrollo físico y la maduración psicosocial (15).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la adolescencia es definida como la etapa de desarrollo y crecimiento humano entre los 10 y los 19 años, que se origina después de la niñez y antes de la edad adulta. Constituye en la vida de las personas el periodo de transición más revelador, este se identifica por cambios y un ritmo de crecimiento acelerado, además esta etapa de desarrollo y crecimiento en el adolescente está ligada por varios procesos biológicos (16).

La OMS, estima dos etapas de la adolescencia:



Adolescencia temprana. Esta va desde los 10 a 11 años, algunos autores incluyen desde los 9 hasta los 14 o 15 años. Se inicia con la pubertad, aparecen primeramente cambios físicos que atribuyen la maduración biológica y sexual en el adolescente (17).

Adolescencia tardía. Comprende las edades de 14 o 15 años hasta los 19 o 20, termina la pubertad y de forma gradual se entra en la adultez, comienzan a aparecer características psíquicas y emocionales propias de este grupo (18).

Como se describe anteriormente por los diferentes autores el desarrollo en estas etapas son de suma importancia, ya que constituye el periodo de preparación para la edad adulta. Además, las fases que se implican son de transición, pero muy revelador en la vida de la persona porque se describe por cambios y un ritmo de crecimiento acelerado en la que viene fijada por diversos procesos biológicos (19).

A través del crecimiento el niño aumenta su masa corporal por tres procesos: aumento del número de células, aumento del tamaño de estas y por el enriquecimiento del contenido del espacio extracelular. Sin embargo, gracias al desarrollo todas esas células adquieren un nivel de organización superior, que concede a los órganos de mayor funcionalidad. Por tanto, el crecimiento es cuantitativo y como tal se mide, mientras que el desarrollo es algo cualitativo y, además, ambos procesos no tienen por qué ser análogos (20).

Se considera el proceso de crecimiento de tipo continuo, ya que va desde la fecundación hasta la adolescencia, pero el ritmo de velocidad varía, en él se establecen distintos periodos: acelerado en la primera infancia, estable en la edad escolar y preescolar y aceleración del crecimiento en la pubertad (21).

Existen un conjunto de cambios biológicos y físicos desde la niñez y adolescencia temprana, se enmarcan el aumento del peso, crecimiento la muscular, se completa la dentición, engrosamiento de las cuerdas vocales. Deben entenderse que en los múltiples cambios físicos están involucrados las distintas condicionantes del

individuo, ya sean genéticas, sociales, nutricionales, étnicas, todas son de gran significancia en el proceso (22).

Ambos procesos desarrollo y crecimiento transcurren a la par y están interrelacionados entre sí en cuanto a su evolución, que además constituyen una unidad que depende y está explícita por factores genéticos, neuroendocrinos, y ambientales. Los dos procesos comienzan en la concepción y se mantienen durante toda la vida del ser humano (23).

Cuando se refiere al desarrollo este se reduce a la adquisición de funciones con extensión en la complejidad bioquímica, es decir, reacciones químicas que se dan en el interior del organismo y fisiológica a través del tiempo (24).

Mientras que el crecimiento se concreta como el aumento en el número y tamaños de cada una de las células que conforman el organismo y por ende aumentan la masa del ser viviente (25).

Por consiguiente, este último implica una correlación entre la actividad endocrinológica y el sistema óseo. La hormona clave en el crecimiento longitudinal (GH), tiroxina, insulina y corticoides intervienen en el incremento de la talla y la velocidad de crecimiento. Otras hormonas influyen en la mineralización ósea. Las somatomedinas o factores de crecimiento de tipo insulínico son estimuladas por la GH y actúan en el crecimiento óseo. La maduración ósea depende de las hormonas tiroideas, los andrógenos adrenales y esteroides gonadales sexuales. Cuando se inicia la pubertad, tanto la GH como los esteroides sexuales participan en la puesta en marcha del estirón puberal (26).

En resumen, las etapas de la niñez y la adolescencia como proceso son complejo, incluye el desarrollo y maduración de órganos y sistemas, así como un acelerado metabolismos y actividades hormonales que se asocian a factores importantes como es la adecuada nutrición, la genética, la actividad bio-psíquica -social, entre otras (27).

Por tanto, en las en la niñez y la adolescencia también pueden ser etapas claves para la aparición de problemas en el crecimiento, como enfermedades del sistema endocrino y/o sistema óseo que conlleve a retraso constitucional del crecimiento y una maduración física tardía que si no se detecta a tiempo pueden ser irreversibles en la adultez (28).

### **2.1.1. Articulación de cadera**

#### **2.1.1.1. Anatomía de cadera**

Se define como una articulación multiaxial de tipo diartrosis, una de las más móviles del cuerpo humano, tiene como función generar movimientos en todos los ejes, esta soporta ciclos de carga y movimiento a lo largo de toda la vida (29).

La articulación de la cadera está compuesta por la cabeza del fémur y el acetábulo (cavidad del hueso coxal). El componente óseo acetabular resulta de la fusión de 3 centros de osificación diferentes: ilion, isquion y pubis (29).

La estabilidad en la cadera, depende de los ligamentos y tendones de músculos que se hallan próximos entre el hueso coxal y el fémur, incluye: el ligamento transverso del acetábulo que extiende del rodete acetabular donde se alberga la mitad de la cabeza del fémur; los ligamentos que discurren en espiral desde la pelvis hasta el fémur se encuentran dentro de la cápsula articular, ellos son: el pubofemoral, isquifemoral, los ligamentos iliofemoral que refuerzan y consolidan la articulación y el ligamento de la cabeza del fémur, el cual es más grueso situado en las áreas que son sometidas a cargas de peso (30).

Por ende, la articulación de la cadera desde el punto de vista anatómico está conformado por un conjunto de componentes que incluyen huesos, ligamentos y tendones que hacen el soporte de ciclos de peso y genera movimientos en todos los puntos y ejes del cuerpo (30).

### **2.1.1.2. Biomecánica de cadera**

La actividad constante y amplia de la articulación de la cadera requiere un sistema de disipación de energía y estabilización asentada en el complejo condrolabral a altura del acetábulo. Si se presentan pequeños cambios en la forma de la cabeza femoral o del acetábulo, se fragmenta este equilibrio y pueden surgir lesiones estructurales y avance en la degeneración articular (30).

Por tanto, la cadera es una articulación, pero es una entidad abstracta, es decir que no existe por sí sola: no es el acetábulo, ni es la cabeza del fémur, ni siquiera es la cavidad. La articulación es todo el conjunto, los extremos óseos con su cartílago articular, la sinovial y la cápsula articular que la rodea, los ligamentos que la sujetan y las inserciones musculares más o menos tendinosas que la mueven (31).

También, dispone de tres grados de libertad permitiendo realizar movimientos de flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y rotación externa. Los movimientos de flexión y extensión se encuentran condicionados por la posición de la rodilla. No existen movimientos de aducción y abducción pura. Algunos músculos abductores y aductores trabajan también como rotadores internos y externos (32).

Por consiguiente, una de las articulaciones más complejas del cuerpo humano la constituye la cadera, posee unos niveles de fuerza adecuados en la musculatura de la cadera y unos buenos niveles de movilidad que contribuyen al cumplimiento de sus principales funciones: el sostén del tronco, la transmisión del peso del cuerpo hacia los pies y permitir el movimiento y el desplazamiento del individuo (32).

### **2.1.1.3. Desviaciones de cadera**

Conocida como displasia o desviación de cadera, es la cavidad de la cadera que no cubre completamente la parte de la cabeza del fémur superior, lo que conlleva a que la articulación de la cadera muestre una luxación parcial o plena (32).

Por otra parte, la angulación de cadera es el ángulo que forman el tronco y las piernas mediante las articulaciones de la cadera, esta facilita los ajustes finos desde una posición sólida que favorece la creación de buenos ángulos de canteo manteniendo la movilidad (33).

Los trastornos o desviaciones rotacionales de los miembros están sujetas a causas espásticas, psicógenas y torsionales, las cuales se originan como parte de los cambios morfológicos para adecuarse a la bipedestación y la marcha, pero cuando exceden o no alcanzan los valores normales son indudables deformidades e inducen a problemas funcionales pues restringen la sucesión de movimientos, alteran la morfología del pie y la rodilla, inducen disfunción patelofemoral y sin embargo no se ha comprobado que en la práctica clínica, estos trastornos provocan hiperpresiones articulares que producen situaciones preartrósicas o se relacionan en teoría con artrosis (34).

El ángulo de rotación de las caderas (ARC), en decúbito prono con las rodillas en 90° y la pelvis nivelada, accede al miembro explorado bajar hacia afuera para la rotación interna, o dentro para la rotación externa, indica el ángulo entre la vertical y el eje tibial. Se transforma con la edad, en el lactante la rotación externa es máxima ( $\pm 90^\circ$ ), en la infancia se reduce y se compara con la interna; al concluir el crecimiento el hombre tiene usualmente mayor rotación externa, mientras que en la mujer se igualan o es un poco mayor la interna. La suma de ambas rotaciones es de 100°, aunque regularmente la rotación interna no excede de 70°. Se determina como rotación mínima de 70 a 80°, moderada entre 80 y 85° y más de 85 se discurre con marcada rotación interna (35).

### **Torsión (rotación) femoral interna**

Esta desviación tiene como peculiaridad que los dedos de los pies se ubican hacia adentro. Al sentarse en el suelo adoptan la posición de “W” con las rodillas flexionadas y las piernas y la punta de los pies hacia fuera (36).

### **Torsión (rotación) femoral externa**

Los pacientes que tienen esta condición se caracterizan por mantener una marcha con toda la pierna y los pies hacia fuera conocida como “marcha de pato” (36).

### **Torsión femoral anterior**

La torsión femoral anterior es definida como una torcedura del hueso del muslo, también conocido como fémur, este se ubica entre la cadera y la rodilla. Este tipo de torsión hace que los pies y las rodillas se tuerzan hacia adentro, o tengan el aspecto de lo que se conoce como "dedos de paloma". Puede originarse cuando los músculos de la cadera están rígidos causado por la posición del bebé dentro del útero. Además, tiende a encontrarse en la familia (37).

Se plantea que este tipo de torsión tiene un buen pronóstico, en la mayoría de los casos a medida que crece el niño se corrigen por sí mismos. En muy raras ocasiones, la torsión femoral anterior puede ser complicada y demandar una cirugía para encauzar el hueso del muslo (37).

Como se explica anteriormente las desviaciones de la cadera y problemas en la angulación que pueden presentarse requieren de atención médica y la terapia física juega un papel primordial, ya que ayudan a mantener la articulación lubricada, el cartílago nutrido y el fortalecimiento de la cadera (37).

### **2.1.2. Articulación de la Rodilla**

La rodilla es la mayor epífisis del aparato locomotor y, posiblemente, es la más vulnerable debido a que su estabilidad depende, esencialmente, del soporte ligamentoso y muscular (38).

Es definida como una articulación sinovial (diartrosis), que realiza movimientos de rodamiento, deslizamiento y rotación sobre un eje vertical (38).

### **2.1.2.1. Anatomía de rodilla**

La anatomía de la rodilla es bastante complicada, por la multitud de elementos que la forman, tanto músculos como ligamentos, meniscos, elementos óseos con formas características (39).

La articulación de la rodilla está dispuesta por tres articulaciones: (39).

- Dos articulaciones femorotibiales (lateral y medial) entre los cóndilos mediales y laterales del fémur y la tibia (39).
- Una articulación femorrotuliana o femoropatelar entre el fémur y la rótula (39).

La estabilidad de la rodilla depende directamente de los músculos que se encuentran alrededor de la misma y sus relativos ligamentos, tendones y los (extracapsulares e intraarticulares) que articulan el fémur con la tibia. Cuenta, además con meniscos que son una especie de placas semilunares que absorben el impacto (40).

Se conocen tres tipos importantes de articulaciones: fibrosas, cartilagosas y sinoviales. Las fibrosas no permiten movimiento y se localizan en la columna, en los sitios donde ésta se enlaza con el cráneo y la pelvis. Las articulaciones cartilagosas son esas donde los huesos se conectan entre sí mediante cartílagos. Y las articulaciones sinoviales que permiten mayor capacidad de movimiento. El líquido sinovial, contenido en pequeños sacos, aceita los huesos y les permite girar y plegarse uno sobre el otro, sin dañarse (40).

En resumen, la estructura específica que tiene la rodilla reviste una elevada significancia en el proceso de carrera, marcha y salto; de igual forma tiene una función estática concluyente. Es muy compleja anatómicamente porque está constituida por una serie de huesos sostenida por fibras y cartílagos sensibles, meniscos, bolsas, ligamentos, músculos, tendones, todo en conjunto permite la libertad de movimientos con total estabilidad, esto hace que la rodilla este expuesta al desgaste que sumada al

envejecimiento, caídas, golpes, sedentarismo u obesidad hace que sean causas de deterioro o lesión (41).

#### **2.1.2.2. Biomecánica de Rodilla**

La rodilla es una articulación con 6 grados de libertad que posibilita realizar 3 movimientos combinados. Los dos más importantes son la flexo-extensión y las rotaciones interna y externa. Existe un tercer grado de libertad con la rodilla en flexión, responsable de los movimientos de abducción y aducción de esta de 2-3° de amplitud (41).

Por consiguiente, desde el punto de vista mecánico la articulación de la rodilla actúa en dos funciones que se podría decir que son contradictorias, una es cuando la rodilla se encuentra en extensión completa, por lo que debe poseer mucha estabilidad ya que soporta el peso del cuerpo, y durante la marcha que debe poseer gran movilidad en la flexión para proveer al pie una buena orientación (41).

El movimiento principal que efectúa la rodilla es de flexoextensión, aunque tiene una pequeña capacidad de rotación cuando está en flexión. Es vulnerable a lesiones graves por traumatismos, con frecuencia sucedidos durante prácticas deportivas. También es frecuente la existencia de artrosis que puede ser muy incapacitantes y requerir de una intervención quirúrgica (42).

#### **2.1.2.3. Desviaciones en rodilla**

Las desviaciones o deformidades de la rodilla son aquellas que causan una angulación de la rodilla por encima de los límites normales, incluye el plano anteroposterior como lateral del miembro y sigue a disímiles causas de tipo congénita, fisiológica, o adquirida (43).

Desde el punto de vista de construcción de la rodilla humana, el eje diafisario del fémur (línea que une el centro de la escotadura intercondílea con el vértice del trocánter



mayor) del llamado eje mecánico o dinámico de este, que es la línea que une el centro de la cabeza femoral con el centro anatómico de la rodilla y el centro de la articulación tibiotarsiana; este último eje representa la línea de apoyo o gravedad de toda la extremidad inferior. En los individuos normales, el eje mecánico o dinámico pasa por el centro de la articulación, o bien un poco por dentro (cóndilo interno), o un poco por fuera (cóndilo externo) (43).

Una angulación de rodilla es el ángulo que forma el fémur con la tibia-peroné mediante la articulación de la rodilla, se ha ejecutar siempre desde una actitud centrada y en equilibrio. Facilita los ajustes finos al iniciar la curva sobre el ángulo de canto y el equilibrio (44).

Este ángulo de divergencia de los 2 huesos que constituyen la articulación mide, como término medio, de 170 a 177° (44).

Las deformidades angulares de la rodilla son:

### **Genu valgo**

El genu valgum se refiere a una desalineación de la posición habitualmente en la articulación de la rodilla, presenta una presión elevada en la parte externa de la misma (45).

Es el desplazamiento interno de la rodilla, el eje longitudinal del fémur está en aducción y el de la tibia en abducción formando entre los dos un ángulo abierto hacia fuera. De modo que en las rodillas Valgas o en “X” se presenta una sobrecarga en los meniscos externos, los músculos aductores están distendidos y los abductores (bíceps femoral y tensor de la fascia lata) están acortados. La línea de sustentación pasa por fuera de las rodillas y los ligamentos colaterales internos se encuentran distendidos y debilitados (46).

Este tipo de desviación puede aumentar en la adolescencia temprana por falta de remodelación ósea y su causa exacta es desconocida, involucra el desarrollo defectuoso del cóndilo femoral lateral, la laxitud del ligamento colateral medial de la rodilla y el pie plano y la obesidad (46).

Se describe por mostrar las piernas en forma de “X”. Se observa, la marcha torpe, con balanceo de una pierna a la redonda de la otra para evitar el conflicto de las rodillas entre sí. Los pacientes suelen tener movimientos torpes por lo que se vuelven poco activos y con propensión al sobrepeso. Teniendo en cuenta la distancia intermaleolar interna, se puede clasificar en cuatro grados: (47).

- Grado 1. Distancia intermaleolar menor de 2,5 cm.
- Grado 2. De 2,5 a 5 cm.
- Grado 3. De 5 cm a 7,5 cm.
- Grado 4. De 7,5 cm o más.

Cuando existe más de 10 cm de separación intermaleolar, se debe valorar la consulta con el ortopedista (47).

### **Genu varo**

Este se describe como el desvío del eje de los miembros inferiores hacia medial, en el plano frontal. El genu varo es muy frecuente pero rara vez es sintomático. Se revela como una especie de curva en los miembros inferiores con convexidad externa. Su punto más extremo se halla a altura de la articulación de las rodillas (48).

Entonces, es el desplazamiento externo de la rodilla, el eje longitudinal del fémur está en abducción y la tibia en aducción constituyendo los dos un ángulo abierto hacia adentro (48).

Finalmente, se identifica por presentar las piernas arqueadas en forma de “O” o “paréntesis”. Se pone más en evidencia con el inicio de la marcha. Cuando son secundarias, se deben a: raquitismo, tibia vara (enfermedad de Blount) y displasias óseas (49).

#### **2.1.2.4. Torsión de rodilla**

Cuando ocurre una torsión o flexión del pie y la rodilla y el pie está apoyado sólidamente en el suelo se ocasionan los esguinces. Estos se producen cuando se rompen los ligamentos que unen el fémur con la tibia. Los meniscos o almohadillas de cartílago, que proceden como amortiguadores de la rodilla, pueden también lesionarse (50).

Son diversos los ligamentos que ayudan a mantener la rodilla en su posición: (50)

Ligamentos colaterales: estos están ubicados a ambos lados de la rodilla, frenan que esta se desplace en exceso de lado a lado. En la parte interna de la rodilla se localiza ligamento colateral medial, y el lateral se sitúa en la parte externa de la rodilla (50).

Ligamentos cruzados: estos evitan que la rodilla se traslade en exceso hacia adelante o hacia atrás. El primero “ligamento cruzado anterior” (LCA) cruza por delante del “ligamento cruzado posterior” (LCP) adoptando una forma de X (50).

Los meniscos o almohadillas de cartílagos repletan el espacio que existe entre la tibia y el fémur y de esta forma auxilian a estabilizar la articulación de la rodilla (50).

#### **Torsión interna de la rodilla**

Esta suele estar acompañada a la torsión tibial interna y de la anteversión, el genus varo. Al deambular, las rodillas se conectan una con otra e impiden la carrera, al estar las rótulas encaminadas hacia adentro. Cuando se acompaña de torsión tibial externa y anteversión, se origina la triple deformidad de Judet, en la que la tuberosidad tibial

está retirada hacia afuera contiguo al ligamento rotuliano y la rótula hacia adentro, lo que incrementa el ángulo Q con hiperpresión del compartimiento externo (35).

#### Torsión externa de la rodilla

La alteración funcional obedece al estado torsional de la pierna y del cuello femoral. Cuando hay anteversión no es grave el trastorno sino compensadora, pero si se coliga a torsión tibial externa, la marcha será en rotación externa marcada (35).

Las dos torsiones de la rodilla poseen una medición clínica dificultosa ya que los elementos diagnósticos no son ciertos. Al flexionarse las rodillas en bipedestación y con los pies en el plano sagital, se puede comprobar que estas se separan si es externa y arriman si la torsión es interna. La TAC es muy puntual y además de comunicar la torsión de las rodillas, evidencia sobre el estado torsional del resto del miembro (35).

En resumen, las deformaciones angulares de la rodilla son todas aquellas que producen una angulación de la rodilla más allá de los límites normales ya sea en el plano anteroposterior como lateral del miembro, las más frecuentes son el genu varum, genu valgum y el genu recurvatum; siendo las dos primeras las de mayor frecuencia, en general obedecen a diferentes causas de tipo fisiológica, congénita o adquirida (35).

### **2.1.3. Pie**

#### **2.1.3.1. Anatomía de pie**

El pie es una estructura anatómica deformable y apta para cualquier terreno, este se adapta a las fuerzas y es el mejor modelo de un sistema completo que congrega flexibilidad, solidez y estabilidad, por eso constituye para el ser humano una parte cardinal (51).

Anatómicamente, el pie, es la parte mecánica integral de la extremidad inferior distal del cuerpo humano, este se compone de unos 26 huesos que se reparten entre el tarso,

el metatarso y las falanges de los cinco dedos del pie. Incluye cartílagos y músculos. Esta estructura posee una gran sensibilidad al tacto que proviene de las numerosas terminaciones nerviosas del pie. Se distinguen la planta (o bóveda plantar) y el dorso, un borde medial y un borde lateral, la parte posterior es el talón, ligado a la pierna por el tobillo (52).

Es por ello que el estudio del tipo de pie es de mucha significancia por lo que se examina tanto la anatomía del mismo y su alteración, lo cual puede provocar cambios en la estructura anatómica de la persona (52).

### **2.1.3.2. Biomecánica de pie**

El pie, es el eslabón más distal de la extremidad inferior, sirve para conectar el organismo con el medio que lo rodea, es la base de sustentación del aparato locomotor y tiene la capacidad, gracias a su peculiar biomecánica, de convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve (53).

La biomecánica del pie, así como la anatomía del mismo, es un tema complejo. Cuando una persona camina experimenta cierta rotación en el plano transversal, partiendo desde la pelvis hasta la tibia y peroné, esta rotación se transmite al tobillo el cual a su vez la transmite a la articulación subastragalina hasta los huesos del pie. El pie es una estructura única, en la medida en que puede ser rígida o flexible durante las distintas etapas del ciclo de marcha (53).

El pie es flexible durante la etapa de oscilación y temprana postura de la marcha, para después convertirse en una estructura rígida hasta poco antes del levantamiento del pie. Una gran ventaja de esta característica es que el pie puede ser flexible para adaptarse a los distintos terrenos que nos encontramos en la vida diaria y a su vez funciona como una rígida palanca sobre la que el cuerpo avanza (54).

Durante la marcha normal, el segmento inferior del cuerpo experimenta rotación sobre el plano transversal, la cual se incrementa en los segmentos más lejanos a la cadera. Cuando una persona camina sobre un terreno plano, la pelvis rota un promedio de 6°, en el fémur encontramos una rotación promedio de 13° y 18° en la tibia. Durante la etapa de oscilación y el 15% inicial de la etapa de postura la rotación es interna, en este último momento se invierte y comienza la rotación externa hasta poco antes del despegue de los dedos, entonces comienza la rotación interna una vez más y se repite el ciclo (54).

Conociendo que el pie es una estructura anatómica que soporta y transmite las fuerzas de reacción del suelo al resto del cuerpo, se hace importante la evaluación de la biomecánica del pie, ya que esta supone una significativa ayuda en la determinación de las características morfológicas del pie, lo que aporta información valiosa sobre los posibles riesgos lesionales (55).

Por consiguiente, el pie realiza una función tanto estática como dinámica, da el soporte para la bipedestación y permite realizar actividades varias de una manera suave y estable. El pie es indispensable tanto para el equilibrio como para la marcha (56).

Los estudios evidencian que los sujetos con pies más planos muestran una tendencia a provocar ángulos de pronación ascendentes siendo un factor de riesgo ya que puede conducir a lesiones del tren inferior. Por otro lado, la rotación interna de tibia o el mecanismo de transferencia del movimiento de eversión del tobillo se ven acrecentados en las personas con pies cavos, incrementándose la propensión a padecer síndrome femoropatelar (57).

Existen varios métodos para el análisis de la biomecánica del pie entre los que se destacan las pruebas “Navicular Drop” (ND) y “Foot Posture Index” (FPI-6), como predictoras de lesiones por sobreuso del miembro inferior, así como el Ángulo Tibio- Calcáneo (ATC), para determinar la existencia de pies varos o valgus (supinadores o pronadores en el retropié), el Ángulo del Arco Longitudinal (AAL), el Índice del Arco (IA), la altura del dorso del pie y la altura del escafoides truncada ya que proporcionan la representación más válida del esqueleto óseo del pie de forma indirecta y que

además presenta la mayor correlación con las medidas angulares a través de una radiografía (58).

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se hace importante destacar el estudio de la biomecánica del pie, ya que el 80% de los problemas y dolores en el pie tiene un origen mecánico. Las investigaciones realizadas han podido comprobar que el pie es como el último extremo de la cadena osteomuscular de las extremidades inferiores; su comportamiento, tanto en las actividades estáticas como dinámicas, influye en el resto de los segmentos: tobillo, rodilla, cadera y columna (58).

De ahí la importancia de los pies a la hora de lograr el equilibrio en el cuerpo. Basta que un sólo pie presente una alteración biomecánica para que las repercusiones se propaguen en cadena y afecten al resto del sistema osteomuscular (58).

### **2.1.3.3. Fascia Plantar**

La fascia plantar es el tejido grueso en la planta del pie. Este tejido conecta el calcáneo a los dedos y crea el arco del pie. Cuando este tejido se inflama o se hincha, se denomina fascitis plantar (59).

Esta ocurre cuando la banda gruesa de tejido en la planta del pie (fascia) se estira o se sobrecarga demasiado. Esto puede ser doloroso y hacer más difícil el hecho de caminar. Esta afección se observa tanto en mujeres como hombres y constituye una de las dolencias ortopédicas más habituales del pie (59).

Era normal pensar que la fascia plantar era producida por un espolón en el talón. No obstante, los estudios han demostrado que esto no es así, en las radiografías, se divisan espolones en el talón en personas con y sin fascia plantar (59).

Desde el punto de vista funcional, este tejido, tiene un papel esencial de transmisión de fuerzas del tríceps sural hacia los dedos y su propiedad de la viscoelasticidad admite restaurar por soporte elástico en cada paso o salto, una gran cantidad de energía.

Durante esta fase de apoyo de los desiguales gestos de la marcha, la fascia plantar está asociada a traumatismos y tracciones repetidos que la ubican en tensión de forma brusca (60).

Sin embargo, es necesario dilucidar la diferencia de la fascia y fascitis plantar, esta última se define como, la inflamación de dicha fascia y genera una retracción de esta, apareciendo dolor agudo en la planta del pie. En numerosas ocasiones, está más localizado en la zona de inserción de su haz fibroso, es decir, en la parte anterior e inferior del hueso calcáneo (hueso que forma el talón). El dolor suele ser más intenso al inicio de la actividad y paulatinamente puede ir desapareciendo a medida que el flujo vascular aumenta y la fascia se va estirando (61).

La fascia ya sea patológica o no obedecerá a múltiples factores predisponentes tales como:

- Calentamiento escaso en contextos de estrés miofascial.
- Comienzo de actividades deportivas fuertes sin un acondicionamiento progresivo
- Debilidad muscular.
- Sobrecarga muscular.
- Defectos biomecánicos. (pies valgo, planos, cavos, calcáneo, etcétera).
- Obesidad
- Calzado inapropiado.
- Edad superior de 40 años (61).

En resumen, esta estructura es una aponeurosis situada en la región plantar del pie y que tiene mucha importancia durante la marcha, ya que mantiene el arco plantar, como se define anteriormente existen varias causas que pueden provocar el tipo de lesión de la fascitis plantar, pero lo más importante es identificar qué es lo que está provocando dicha alteración para poder solucionarlo (61).



#### **2.1.3.4. Bóveda Plantar**

La bóveda plantar se concreta como una obra de arquitectura que coliga con conformidad todos los elementos ligamentosos, osteoarticulares y musculares del pie (62).

Se encuentra ubicada en la zona interna del pie en forma de media concha abierta. La parte superior de la bóveda se forma de huesos, mientras que la parte inferior de ligamentos, aponeurosis y músculos cortos. En la bóveda plantar se diferencian los arcos transversales y longitudinales (63).

El rol que desempeña esta estructura es indispensable tanto para la elasticidad marcha como para la marcha y dado a su elasticidad y modificaciones, la bóveda plantar es idónea de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transferir al suelo el peso y las fuerzas del cuerpo en las mejores circunstancias mecánicas (63).

La bóveda plantar está sujeta por tres arcos:

- a) El Arco longitudinal Interno (ALI), este va desde la tuberosidad del calcáneo hasta la primera cabeza metatarsiana. (64)
  - El músculo tibial posterior: dirige al escafoides hacia abajo y atrás bajo la cabeza del astrágalo (descenso del arbotante anterior).
  - El arco interno conserva su concavidad por los músculos y los ligamentos.
  - Los ligamentos escafo-cuneales, cuneometatarsianos, pero sobre todo los calcaneo-astragalinos y calcaneo-escafoideos, estos soportan todas las fuerzas violentas, de corta duración. Los músculos se enfrentan a deformaciones largas.
  - El músculo flexor adecuado del dedo gordo: también se incrementa concavidad de arco, auxiliado por el flexor frecuente de los dedos. Estabiliza astrágalo y calcáneo, ya que pasando por sus dos surcos se encara al retroceso del astrágalo bajo el empuje del escafoides.

- El músculo peroneo largo: acrecienta concavidad del arco interno, torciendo el primer metatarsiano sobre la primera cuña y este a su vez sobre el escafoides.
  - El músculo extensor propio del dedo gordo y el músculo tibial anterior, insertos en la convexidad del arco, reducen su curva y lo aplastan.
  - El músculo aductor del dedo gordo: tensor eficaz, al constituir la cuerda total del arco, acentúa concavidad aproximando ambos extremos (64).
- b) El Arco longitudinal externo (ALE) se extiende desde la tuberosidad del calcáneo hasta la quinta cabeza metatarsiana (65).

A diferencia del arco interno, el cual es flexible dado por la movilidad del astrágalo sobre el calcáneo, el externo es mucho más riguroso para así poder transmitir el impulso motor del tríceps. Esta rigidez se debe a la potencia del gran ligamento calcaneocuboideo plantar, cuyos hilos superficiales y profundos paralizan el bostezo inferior de las articulaciones cuboideometatarsiana y calcaneocuboidea y bajo el peso del cuerpo (65).

Tres músculos son tensores activos: (65)

- El músculo abductor del quinto dedo: cuerda total del arco externo.
  - El músculo peroneo corto: reduce concavidad. Frena bostezo inferior de las articulaciones.
  - El músculo extensor común de los dedos y el músculo tríceps reducen la curva del arco externo
  - El músculo peroneo largo: desempeña la misma función (65).
- c) El Arco trasverso o anterior va desde la 1<sup>o</sup> cabeza metatarsiana hasta la quinta. A su vez pasa por las cabezas de los otros metatarsianos.

- El músculo peroneo largo es el más significativo desde un enfoque funcional, dinámico y establece un sistema tensor oblicuo hacia delante y hacia adentro que ejerce sobre los tres arcos.
- El arco anterior a la altura de los metatarsianos es sostenido por el músculo abductor del dedo gordo (dirección transversal) (65).

La curva longitudinal del conjunto de la bóveda está inspeccionada por: el músculo aductor del dedo gordo, por dentro, más el músculo flexor propio, el músculo abductor del quinto dedo, por fuera (65).

En consecuencia, la bóveda plantar es una obra de arquitectura que se relaciona con armonía todos los elementos ligamentosos, osteoarticulares, y musculares del pie, coligada a tres arcos. En resumen, desempeña un papel indispensable amortiguador para flexibilidad en la marcha (65).

### **Biomecánica de la Bóveda Plantar**

La repartición de las fuerzas se dosifica en tres direcciones, hacia los tres puntos de apoyo de la bóveda:

- A: mediante la cabeza del astrágalo y de la apófisis mayor del calcáneo, en el arbotante anterior del arco externo.
- B: mediante el cuello del astrágalo, en el arbotante anterior del arco interno.
- C: mediante el cuello del astrágalo, la articulación subastragalina y el cuerpo del calcáneo, en los arbotantes posteriores y unidos con los arcos interno y externo (66).

Bajo carga, cada arco se aplana y se elonga:

1. **Arco anterior:** se expande y se aplana por un lado y otro del segundo metatarsiano.

2. **Arco interno:** tuberosidades posteriores del calcáneo, distantes del suelo, descienden; el astrágalo retrocede sobre el calcáneo; el escafoide asciende sobre cabeza del astrágalo al tiempo que desciende en relación al suelo; articulaciones escafo-cuneales y cuneometatarsianas se entreabren hacia abajo; el talón retrocede (66).
3. **Curva transversal:** disminuye a la altura de las cuñas y del escafoide.
4. **Arco externo:** los mismos desplazamientos verticales del calcáneo; descenso del cuboide; articulaciones calcaneocuboidea y cuboideometatarsiana se entreabren hacia abajo; retroceso del talón y avance de la cabeza de quinto metatarsiano (66).

De la misma forma, dada todas las modificaciones de curva y elasticidad, la bóveda plantar es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transferir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo en las mejores condiciones mecánicas. Y, por ende, cualquier alteración en alguno de los arcos puede ocasionar diferentes patologías entre las que podemos mencionar las talalgias, metatarsalgias, fascitis plantar, inestabilidad o rigidez de tobillo (66).

#### **2.1.3.5. Huella Plantar**

La huella plantar es el reflejo del pie en el cual se observan determinadas tipologías morfológicas de este, las cuales pueden variar en cuanto a ensanchamiento y longitud, debido a ciertos factores como:

- La composición corporal del sujeto.
- El aumento de la longitud del arco debido al hundimiento del arco plantar.
- Sedentarismo (67).

Identificar la huella plantar es una forma válida de examinar la estructura del pie, siendo el fiel reflejo del estado de las estructuras anatómicas. Los individuos

adiestrados tienen un arco plantar superior frente a las personas sedentarias, siendo el estudio de la huella plantar un método indirecto válido para evaluar la altura del arco (67).

Existe varios métodos de análisis de la huella plantar, muchos de ellos con instrumentos ya establecidos para la evaluación de la huella plantar para la determinación de la tipología del pie (67).

De los métodos conocidos se mencionan:

- Pedígrafo: Tiene la ventaja de no contaminar la planta del pie.
- Fotopodograma: Permite obtener registros duraderos, válidos y de alta calidad.
- Protocolo de Hernández Corvo: Tiene la ventaja de ser el más económico y el inconveniente de tener que limpiar la planta del pie tras su finalización (67).

Las patologías coligadas a la tipología de los pies son fundadas principalmente por tres aspectos, como son: índice de masa corporal, el sexo, y los patrones mecánicos alterados (67).

De todo lo descrito anteriormente, es importante destacar que la huella plantar puede brindar mucha información sobre de la biomecánica del paciente, y permite relacionar múltiples patologías del sistema motriz con una alteración de la forma de pisar, así como posibles patologías futuras. Sin embargo, la huella plantar por sí sola, sin realizar una exploración física del resto de la biomecánica del paciente, no es recomendable para diagnosticar. Es por tanto necesario recalcar que el análisis de la huella plantar es solo una pequeña parte de un estudio biomecánico de running completo y la pisada (67).

## **Biomecánica de la Huella Plantar**

Cada persona tiene una huella plantar diferente, esto establece la eficiencia de su marcha y su manera de caminar.

Técnicamente prexisten 3 de tipos de huella plantar que se fundamenta en los tipos pies: cavo, normal y plano.

La huella o pisada es un componente clave para conocer la morfología del pie (68).

La huella normal, cuando la parte anterior, externa y talón contactan, este tipo de huella contiene pie plano, cuando existe un contacto total de la planta con el suelo y pie cavo, cuando simplemente se apoya en el antepié y talón (68).

El cuerpo humano reparte las fuerzas y aprovecha la energía mejor si tenemos una considerada manera de andar y pisar. Cuando la morfología del pie es la adecuada, se forma algo parecido a una semiesfera (entre los dos pies), una forma de repartir las cargas muy eficientes (68).

Varios factores pueden trasladar a una huella anómala y posición incorrecta del pie. Los hábitos, el factor hereditario, el tipo de calzado y el tono muscular son los más significativos (68).

Los estudios biomecánicos de la pisada es el análisis de la huella plantar, es muy importante, ya que puede dar muchísima información acerca de la biomecánica del paciente, y permite relacionar muchas patologías del sistema motriz con una alteración de la forma de pisar, así como aportar pistas de posibles patologías futuras que se puedan desarrollar (68).

Se conocen gran cantidad de métodos de creación de la huella plantar para su análisis biomecánico, aunque el análisis informatizado de la huella plantar en las últimas

décadas es el que se está atribuyendo como el más manejado debido a su gran utilidad (68).

### **2.1.3.6. Tipos de pie**

Según la altura del arco, tradicionalmente se han identificado 3 tipologías de pie: pie normal, pie plano y pie cavo. Pies planos y cavos han sido considerados como factores que inciden en la aparición de lesiones durante la práctica de actividad física. Se sabe que la altura del arco modifica el patrón de distribución de presiones sobre la planta del pie. Así, el pie plano registra mayores presiones en la zona relacionada al arco medial, aumentando el riesgo de lesión en las estructuras relacionadas y triatletas con arco elevado presentan más lesiones por sobreuso (69).

Se someten a grandes fuerzas y desequilibrio, los arcos del pie, estos nos pueden llevar a la alteración del tipo de pie que tengamos, se conocen varios desequilibrios que pueden presentarse en la planta del pie, ellos son:

#### **Pie plano**

El pie plano es una deformidad en la que se origina reducción del arco longitudinal interno, con pérdida de la bóveda plantar, puede estar conducido de alteraciones en los ligamentos, estructuras óseas y músculos, adquiriendo continuamente una desviación del talón en valgo (70).

En este tipo de pie los arcos de la bóveda plantar bajan totalmente o parcial, puede establecerse por la debilidad de sus medios naturales de sostén músculos y ligamentos la insuficiencia de estos músculos hace que el peso del cuerpo descansa sobre la bóveda plantar, el pie gira en valgo y el arco interno se hunda (71).

Además, repercute en la biomecánica ascendente, induciendo alteración de los ejes, lo que en momentos puede traer lesiones y desajustes en el cuerpo. La persona con pie plano, ejecuta una marcha funcional compensatoria con una demasía de pronación, la

cual, junto con elevado esfuerzo por soportar el arco interno del pie, provoca una sobrecarga en el mismo y somete a la pierna a un recorrido rotatorio interno de abajo hacia arriba, con una coaptación ósea inframaleolar externa exagerado (72).

### **Pie cavo**

El pie cavo se define por un arco longitudinal medio excesivamente alto, que puede estar coligado con una desviación en varo del calcáneo y retracción de los dedos. El retro y antepié están más próximos y está decadente el borde de apoyo externo. (73) Si la bóveda plantar se sale en altura el pie acoge una forma determinada, en donde desde el 2do hasta el 5to dedo del pie adoptan la forma de una garra de un animal. Los desequilibrios musculares y nerviosos, el uso de un mal calzado, infecciones o quemaduras, los golpes directos al pie pueden dar origen a esta deformidad conocida como pie cavo o arqueado (73).

Los pies cavos son en los que los arcos de la bóveda plantar se ven elevadas. Según Kapanji, existen tres tipos de pies cavos y cada uno tiene causas y características diferenciadas (74).

#### **Pie cavo posterior**

Alteración del potente tensor posterior la insuficiencia del tríceps sural puede abastecer la acción de los músculos de la concavidad (74).

#### **Pie cavo medio**

Ocasionado por la retracción de la aponeurosis plantar y la contractura de los músculos plantares, que es una fuerte estructura fibrosa que puede verse acortada por causas como la inmovilización del pie (74).



Pie cavo anterior

Se origina por una gran diversidad de procedencias como la insuficiencia de la tibial posterior, contractura y peroneos laterales o la insuficiencia de los músculos interóseos, tacón alto o el uso continuado de calzado demasiado pequeño (74)

Es significativo conocer el tipo de pie, conjuntamente de diferenciar entre un arco plantar bajo, alto, o normal, lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida. Los pies son los cimientos de todo el cuerpo y si hay algún problema con ellos, entonces no está alineado correctamente el cuerpo desde los pies hasta la cabeza. Por tanto, los diferentes tipos de pies pueden generar diversos problemas relacionados con ellos, por ejemplo, pie plano, pie cavo, pronador y supinador, entre otras muchas patologías (74).

## **2.2. Instrumentos de evaluación**

Existen muchos métodos para el análisis de la huella plantar, la gran mayoría presentan un instrumento determinado para realizar dicha evaluación de huella plantar y así determinar el tipo de pie, de igual forma para analizar la angulación de cadera y rodilla respectivamente.

## **Estudio de la Huella plantar**

### **Índice del Arco**

Este tipo índice es un predictor válido de la altura del arco interno del pie, accediendo analizar las huellas de pies cavos extremos, además en la literatura es uno de los parámetros más citados (75).

A través del programa informático específico realizado por Aguado, Izquierdo y González (AreaCalc), se hará el cálculo de este índice de arco en la huella plantar estática en apoyo bipodal, para su posterior digitalización y análisis (75).

El índice de arco no considera la zona de impresión de los dedos y se concreta como la ratio obtenido dividiendo el área correspondiente al tercio medio de la huella plantar,

por el área total de la huella plantar. La imagen de la huella se digitaliza y en ella se traza una línea que la cruza por su centro, desde el punto medio del talón (punto A) y pasando por el eje del segundo dedo. Esta línea corresponde al eje del pie. Una segunda línea, perpendicular a la primera, es dibujada de manera tangencial al punto más anterior de la huella plantar sin considerar los dedos, zona correspondiente al apoyo de las cabezas de los metatarsianos. El punto de intersección entre las 2 líneas se marca (punto B). La línea AB es entonces dividida en 3 segmentos de igual longitud, los que definen las áreas de antepié, mediopié y retropié (75).

Se aplica mediante la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{B}{A + B + C}$$

A corresponde al área del retropié, B es el área del mediopié y C corresponde al área del antepié.

El tipo de pie se evalúa en función del IA (Si  $IA \leq 0,21$ : pie cavo; Pie normal:  $0,21 < IA < 0,26$ ; Pie plano:  $IA \geq 0,26$ ) (75).

## **Estudio de rodilla y cadera**

### **Ángulo Q**

Esta prueba es indispensable para la exploración biomecánica del miembro inferior, para delimitar síndromes de mala alineación postural.

**Método:** Es el ángulo formado por una línea que va desde la Espina Ilíaca anterosuperior (EIAS) al centro de la rótula y la línea que va desde el centro de la rótula hasta la tuberosidad anterior de la tibia y es utilizado para medir el alineamiento de las rodillas en el cual se procede a tomar las medidas en decúbito supino, con la extremidad relajada y en posición anatómica; así se coloca el eje del goniómetro en la

parte media de la rótula, el brazo fijo sobre el muslo en dirección a la espina ilíaca anterosuperior, el brazo móvil se coloca sobre la tuberosidad de la tibia (76).

**Resultados:** Normalmente, el ángulo Q en hombres debe medir  $10^{\circ}$  a  $15^{\circ}$  y  $10^{\circ}$  a  $19^{\circ}$  en las mujeres. Un ángulo menor se relaciona a un genu varum o disfunción femorrotuliana y si es mayor se asocia a un aumento de la antetorsión femoral o un genu valgum (76).

### **Test De Craig**

El Test de Craig se usa para evaluar el ángulo de la cadera si es normal, o presenta anteversión o retroversión femoral.

**Método:** El paciente está en posición prona con la cadera y rodilla de la extremidad de prueba flexionadas a  $90^{\circ}$ . La cadera es subsiguientemente rotada interna y externamente para encontrar la posición en la cual el trocánter mayor sea más prominente o está en su posición más lateral y se mide el ángulo con un goniómetro (77).

**Resultados:** Si el ángulo medido es menor a  $8^{\circ}$ , el resultado será una retroversión femoral; y si el ángulo es mayor a  $15^{\circ}$  el resultado será una anteversión femoral (77).

## **2.3. Marco legal y ético**

### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador**

La constitución de la República del Ecuador aprobada en el 2008 tiene como referencia varios puntos que sustentan la siguiente investigación (78).

## **Título II: Derechos**

### **Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir**

#### **Sección séptima: Salud**

**Art. 32.-** *“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir” (78).*

#### **Capítulo Tercero: Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria**

**Art. 35.-** *“Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad” (78).*

#### **Sección quinta: Niñas, niños y adolescentes.**

**Art. 44.-** *“El Estado, la sociedad y la familia promoverán de forma prioritaria el desarrollo integral de las niñas, niños y adolescentes, y asegurarán el ejercicio pleno de sus derechos; se atenderá al principio de su interés superior y sus derechos prevalecerán sobre los de las demás personas” (78).*

**Art. 45.-** *“Las niñas, niños y adolescentes gozarán de los derechos comunes del ser humano, además de los específicos de su edad. El Estado reconocerá y*

*garantizará la vida, incluido el cuidado y protección desde la concepción”* (78).

#### **Capítulo Cuarto:** Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades

**Art. 56.-** *“Las comunidades, pueblos, y nacionalidades indígenas, el pueblo afroecuatoriano, el pueblo montubio y las comunas forman parte del Estado ecuatoriano, único e indivisible”* (78).

**Art. 58.-** *“Para fortalecer su identidad, cultura, tradiciones y derechos, se reconocen al pueblo afroecuatoriano los derechos colectivos establecidos en la Constitución, la ley y los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos”* (78).

### **Título VII: Régimen del Buen Vivir**

#### **Capítulo primero: Inclusión y equidad**

##### **Sección segunda: Salud**

**Art. 358.-** *“El sistema nacional de salud tendrá por finalidad el desarrollo, protección y recuperación de las capacidades y potencialidades para una vida saludable e integral, tanto individual como colectiva, y reconocerá la diversidad social y cultural. El sistema se guiará por los principios generales del sistema nacional de inclusión y equidad social, y por los de bioética, suficiencia e interculturalidad, con enfoque de género y generacional”* (78).

**Art. 359.-** *“El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social”* (78).

**Art. 360.-** *“El sistema garantizará, a través de las instituciones que lo conforman, la promoción de la salud, prevención y atención integral, familiar y comunitaria, con base en la atención primaria de salud; articulará los diferentes niveles de atención; y promoverá la complementariedad con las medicinas ancestrales y alternativas” (78).*

### **2.3.2. Ley Orgánica de Salud**

#### **Título Preliminar**

#### **Capítulo I: Del derecho a la salud y su protección**

**Art. 1.-** *“La presente Ley tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley. Se rige por los principios de equidad, integralidad, solidaridad, universalidad, irrenunciabilidad, indivisibilidad, participación, pluralidad, calidad y eficiencia; con enfoque de derechos, intercultural, de género, generacional y bioético” (79).*

**Art. 3.-** *“La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables” (79).*

### 2.3.3. Código de la Niñez y Adolescencia

#### **Libro Primero: Los niños, niñas y adolescentes como sujetos de derechos**

##### **Título I: Definiciones**

**Art. 1.- Finalidad.-** *“Este Código dispone sobre la protección integral que el Estado, la sociedad y la familia deben garantizar a todos los niños, niñas y adolescentes que viven en el Ecuador, con el fin de lograr su desarrollo integral y el disfrute pleno de sus derechos, en un marco de libertad, dignidad y equidad”* (80).

**Art. 4.- Definición de niño, niña y adolescente.** – *“Niño o niña es la persona que no ha cumplido doce años de edad. Adolescente es la persona de ambos sexos entre doce y dieciocho años de edad”* (80).

**Art. 5.- Presunción de edad.** – *“Cuando exista duda sobre la edad de una persona, se presumirá que es niño o niña antes que adolescente; y que es adolescente, antes que mayor de dieciocho años”* (80).

##### **Título II: Principios fundamentales**

**Art. 12.- Prioridad absoluta.** – *“En la formulación y ejecución de las políticas públicas y en la provisión de recursos, debe asignarse prioridad absoluta a la niñez y adolescencia, a las que se asegurará, además, el acceso preferente a los servicios públicos y a cualquier clase de atención que requieran”* (80).

##### **Título III: Derechos, Garantías y Deberes**

###### **Capítulo II: Derechos de supervivencia**

**Art. 27.- Derecho a la salud.** – *“Los niños, niñas y adolescentes tienen derecho a disfrutar del más alto nivel de salud física, mental, psicológica y sexual”* (80).

### 2.3.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida

#### **Eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida**

**Objetivo 1:** Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas.

#### **Políticas:**

**1.5.** *“Fortalecer el sistema de inclusión y equidad social, protección integral, protección especial, atención integral y el sistema de cuidados durante el ciclo de vida de las personas, con énfasis en los grupos de atención prioritaria, considerando los contextos territoriales y la diversidad sociocultural”* (81).

**1.6.** *“Garantizar el derecho a la salud, la educación y al cuidado integral durante el ciclo de vida, bajo criterios de accesibilidad, calidad y pertinencia territorial y cultural”* (81).



## **CAPÍTULO III**

### **3. Metodología de la Investigación**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El presente estudio es de tipo descriptivo ya que identificó ciertas características de la población de estudio, en particular la relación de huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de la Unidad Educativa Valle del Chota.

Este tipo de investigación presentó un enfoque cuantitativo, debido a que la naturaleza de los datos permitió establecer valores de carácter numérico los mismos que serán tabulados para su posterior análisis a través de tablas (82).

Además, correlacional ya que se determinó la relación existente entre la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares, mediante la prueba estadística de correlación.

#### **3.2. Diseño de la Investigación**

Esta investigación pertenece a la línea de investigación salud y bienestar integral; el diseño de este estudio fue no experimental debido a que la población fue observada en su contexto natural sin manipular las variables propuestas para su posterior análisis, además de corte transversal ya que se va a exponer los datos recolectados sobre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla obtenidos en la evaluación aplicada a los escolares mediante un tiempo determinado (83).

#### **3.3. Localización y ubicación del estudio**

Esta investigación ha sido realizada en la “Unidad Educativa Valle del Chota” la cual se encuentra localizada en la comunidad de Carpuela misma que pertenece a la parroquia de Ambuquí, ubicada al norte de la provincia de Imbabura a 40km de la ciudad de Ibarra (84).

### **3.4. Población**

#### **3.4.1. Universo**

Escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.

#### **3.4.2. Muestra**

Después de haber aplicado los criterios de inclusión y exclusión, la muestra quedó determinada por 93 escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad.

#### **3.4.3. Criterios de Inclusión**

- Pacientes niños pertenecientes a la Unidad Educativa Valle del Chota.
- Pacientes que asistan a la aplicación de la prueba,
- Pacientes que tengan el consentimiento informado de sus representantes.
- Pacientes de etnia afroecuatoriana.
- Pacientes que cumplan el rango etario entre 7 y 11 años de edad.

#### **3.4.4. Criterios de Exclusión**

- Pacientes que no cumplan los criterios de inclusión.
- Lesiones del SOMA de miembro inferior en los últimos 6 meses.
- Enfermedades neurológicas.
- Pacientes que no cumplan el rango etario.
- Pacientes de otras etnias diferente a la afroecuatoriana.

### 3.5. Operacionalización de Variables

VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN	CLASIFICACIÓN	INDICADOR	ESCALA	DESCRIPCIÓN
Edad	Cuantitativa Ordinal	Ficha de caracterización	7 a 11 años	Se considera así al tiempo en el cual ha transcurrido la vida de un ser humano, animal o vegetal. (85)
Género	Cualitativa Nominal	Ficha de caracterización	Femenino Masculino	Hace alusión a conceptos sociales en cuanto se refieren a sus funciones, aquellos comportamientos o y determinadas actividades que la sociedad plantee que sean adecuadas tanto para hombres como a mujeres se refiera (86).

VARIABLES DE INTERÉS	CLASIFICACIÓN	INDICADOR	ESCALA		DESCRIPCIÓN
Huella plantar	Cualitativa Nominal	Índice del Arco	Pie cavo: $\leq 0,21$		Es la impresión que se realiza de las estructuras del pie, mismas que permiten un análisis científico (87).
			Pie normal: $0,21 < IA < 0,26$		
			Pie plano: $\geq 0,26$		
Angulación cadera	Cualitativa Nominal	Test de Craig	Retroversión femoral: $<8^\circ$		Se considera así al ángulo formado entre la línea sagital del fémur y la dirección de angulación de la tibia (88).
			Normal: $8-15^\circ$		
			Anteversión femoral: $>15^\circ$		
Angulación rodilla	Cualitativa Nominal	Ángulo Q	Masculino	Varo: $<10^\circ$	Es aquel ángulo que se forma entre la línea del cuádriceps y el tendón de la rótula (89).
				Normal: $10-15^\circ$	
				Valgo: $>15^\circ$	
			Femenino	Varo: $<10^\circ$	
				Normal: $10-19^\circ$	
				Valgo: $>19^\circ$	

## **3.6. Métodos Recolección de Información**

### **3.6.1. Métodos Teóricos:**

#### **Método bibliográfico**

La búsqueda y revisión bibliográfica permitió contar con toda la información teórica necesaria que sirvió de sustento en la investigación (90).

#### **Método analítico**

El método analítico no es sino la descomposición o dicho de otra forma la toma de ciertos fragmentos del tema a estudiar con la finalidad de analizar y determinar de manera muy eficiente los antecedentes, su naturaleza y el impacto de aquellos detalles en la investigación (91).

### **3.6.2. Métodos Empíricos:**

#### **Método observacional**

Este método fue direccionado en la determinación de aspectos específicos dentro de la población de estudio donde fue posible describir la naturaleza de cada sujeto tomado de acuerdo a las variables, para esto fue posible determinar mediante ciertos instrumentos donde el hallazgo del problema fue evidente así como el objetivo mismo del estudio realizado (91).

#### **Método estadístico**

Este método en particular permitió determinar si existe alguna diferencia entre cada una de las variables del estudio así como también si éstas son o no significativas gracias a los protocolos establecidos para el manejo adecuado de los datos obtenidos en fin de llegar a los resultados que posteriormente fueron reubicados en la matriz del programa

Excel donde fue posible tabularlos e interpretarlos en tablas estadísticas; así, fue necesario el uso del programa SPSS para obtener allí la frecuencia de las variables y poder relacionarlas y determinar su nivel de significancia (91).

### **3.7. Métodos de Recolección de Información**

#### **3.7.1. Técnicas**

- **Observación:** La observación no es sino una técnica que consiste en observar o visualizar, de una forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se reproduzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos (92).
- **Encuesta:** Esta técnica nos permite recopilar información ya sea ésta verbal o escrita con la finalidad de proporcionarnos la información adecuada de un grupo de muestra para cierto estudio; cabe señalar que esta información es legal y únicamente será válida por el tiempo que dure la investigación (92).

#### **3.7.2. Instrumentos**

##### **PIE**

- **Índice del Arco:** Se consiguió la impresión de las zonas donde más contacto ejerce el pie excluyendo los dedos. Luego de esto se determinó sus áreas mediante el programa AreaCalc v. 1.0.0.1. donde las líneas trazadas sobre la imagen permiten conseguir el resultado que puede ser pie plano, normal o cavo (75).

## RODILLA

- **Angulo Q:** Se determina este mediante el trazo de una línea comprendida desde la espina ilíaca anterosuperior hasta el punto central de la rótula, así como la realización de otro trazo desde el último punto hasta la zona del medio de la tuberosidad anterior del hueso de la tibia, mismos que reflejan una angulación llamada varo, normal o valgo (76).

## CADERA

- **Test De Craig:** En este test se pudo determinar la variación del ángulo de rotación de la cadera realizado mediante la medición goniométrica, misma que reflejó una anteversión o una retroversión femoral (77).

### 3.8. Validación de Instrumentos

#### Índice del Arco

La determinación de la huella plantar está basada en el Índice de Arco (IA), descrito en 1987 por Cavanagh y Rodgers, este método es considerado una medida útil y un predictor válido de la altura del arco interno del pie, además de que constituye uno de los parámetros de la huella plantar más citados en la literatura (93).

El IA se calcula como la proporción del área del medio pie entre la superficie total del pie excluyendo los dedos, de esta manera se obtienen los valores que establecen el tipo de pies según los centímetros cuadrados:

- -Pie cavo se considera cuando  $IA \gg 0,21$
- -Pie normal está comprendido entre  $0,21 < IA < 0,26$
- -Pie plano se considera cuando  $IA \gg 0,26$ .

Este indicador ha sido estudiado en profundidad, y evaluado los índices de validez y confiabilidad, otorgándole un alto índice de fiabilidad con coeficiente de correlación interclase (ICC= 0.981; 95% CI: 0.968, 0.985) (93).

### **Ángulo Q**

El ángulo Q, se define como se define “El ángulo entre el eje del músculo cuádriceps y del tendón rotuliano. Se obtiene a partir de los segmentos de la espina iliaca antero superior-centro de la rótula y centro de la rótula-centro de la tuberosidad anterior de la tibia”, este suele comprender valores de entre 15-20° dependiendo del protocolo de medida (94).

Debido a su amplia utilidad por los fisioterapeutas o clínicos por su elevada ventaja en la determinación de la angulación de rodilla, ha sido necesario validar el método a través de formas sencillas de análisis, como es el caso de video-fotogrametría 2D y goniometría tradicional.

Los resultados mostraron valores de coeficiente de correlación intraclase (CCI) de 0,823 (IC%95: 0,591 - 0,923,  $p < 0,001$ ) para la rodilla derecha y de 0,895 (IC%95: 0,748 - 0,957,  $p < 0,001$ ) para la rodilla izquierda. El coeficiente de correlación de Pearson entre la goniometría y la fotogrametría 2D fue de 0,930 ( $p < 0,001$ ) para la pierna derecha y de 0,841 ( $p < 0,001$ ) para la pierna izquierda, lo que evidencia un elevado índice de fiabilidad para su utilización en posteriores investigaciones (94).

### **Test de Craig**

Las pruebas de valoración asentadas en medidas angulares son las que los estudios científicos emplean con mayor frecuencia para valorar y determinar posibles alteraciones y poder posteriormente aplicar programas de intervención. La razón primordial de su elevada fama en el contorno científico reside en que, a diferencia de otras pruebas exploratorias, tan sólo implican el movimiento de la articulación de la cadera y no tienen influencia de los factores antropométricos. En este sentido los estudios de confiabilidad y validez de este instrumento presenta un intervalo de confianza del 95% según los autores Ayala (2013) (95).



## CAPÍTULO IV

### 4. Análisis e interpretación de datos

Se presentan a continuación los resultados principales, referentes al estudio de la huella plantar y su relación con la angulación de la cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.

#### Edad y género de los pacientes

Tabla 1

Resultados caracterización según edad y género

Edad	Género		Total
	Masculino	Femenino	
7 a 9	23	21	44
	24,7%	22,6%	47,3%
10 a 11	20	29	49
	21,5%	31,2%	52,7%
Total	43	50	93
	46,2%	53,8%	100,0%

A partir de la Tabla 1 se puede ver que, la edad de los pacientes se encuentra entre 7 y 11 años donde el mayor porcentaje del 49% corresponde a los pacientes de 10 a 11 años teniendo así que el 31,2% son pacientes de género femenino y el 21,5% corresponde a los pacientes de género masculino. Se determina un mayor número de pacientes de género femenino en este estudio.

Tabla 2

Resultados del tipo de huella plantar

Tipo de huella	Frecuencia	Porcentaje
Cavo	21	22,6%
Normal	32	34,4%
Plano	40	43,0%
Total	93	100,0%

Los resultados en torno al Índice de Arco de los pacientes muestran que, el 43,0% tienen un índice de arco plano correspondiente a 40 escolares afroecuatorianos. Se observa que la mayor parte de los pacientes que conformaron el estudio tienen pie plano.

Estos porcentajes demuestran la incidencia mayoritaria del pie plano al igual que un estudio denominado Prevalencia de pie plano flexible en niños taiwaneses en edad escolar en relación con la obesidad, el género y la edad en una muestra de 2,083 niños, entre 7 y 12 años de edad donde, un total de 1,222 (59%) niños fueron documentados con pie plano. Los porcentajes de incidencia de pie plano fueron: 67% de los hombres, 49% de las mujeres y 75%, 65%, 57% y 48% de los niños obesos, con sobrepeso, de peso normal y con bajo peso, respectivamente. Se observó una preponderancia de pie plano entre los niños de 8 años. Los análisis multivariados indicaron que los niños de 8 y 9 años tenían 1,52 y 0,72 veces más probabilidades de tener pie plano que los de 7 años. Así los resultados de este estudio indican que la prevalencia del pie plano flexible es más alta entre los hombres obesos y con sobrepeso, particularmente en el rango de edad de 7 a 8 años (96).

Tabla 3

Resultados de angulación de cadera

Angulación cadera	Frecuencia	Porcentaje
Retroversión femoral	21	22,6%
Normal	41	44,1%
Anteversión femoral	31	33,3%
Total	93	100,0%

En la Tabla 3 se puede ver los resultados totales luego de aplicar el Test de Craig a los 93 pacientes que forman parte del estudio y se observa que el 44,1% de los pacientes tienen una angulación normal de cadera y corresponde a 41 participantes.

En un estudio para determinar el ángulo de anteversión del cuello del fémur, ha demostrado que el 25 por ciento de todos los fémures adultos normalmente tendrán una anteversión de entre 5 y 10 grados, y ese 66 por ciento caerá entre 0 y 15 grados. Este estudio confirma los hechos de que el fémur infantil tiene un alto grado de anteversión normalmente; y que, durante la infancia y la adolescencia, retrocede gradualmente a lo visto en el adulto.

Un ángulo inverso o ángulo de retroversión es un hallazgo bastante frecuente, y su aparición en el adulto es casi tan común como el hallazgo de una cantidad anormal de anteversión (97).

Tabla 4

Resultados de la angulación de rodilla

Angulación rodilla	Frecuencia	Porcentaje
Varo	12	12,9%
Normal	64	68,8%
Valgo	17	18,3%
Total	93	100,0%

Los resultados que corresponden al Ángulo Q que se observan en la Tabla 4 muestran que de los 93 pacientes del estudio el 68,8% tiene un Ángulo Q normal determinado por los 64 participantes de la investigación.

De los estudios consultados, se encontró un mayor porcentaje para la angulación normal de rodilla, como lo demuestra un estudio denominado “Asociación entre la alineación de valgo y varo y el desarrollo y progresión de la osteoartritis radiográfica de la rodilla”, donde de 2.664 rodillas, se consideró que 1.012 (38%) tenían alineación normal, 693 (26%) tenían alineación en varo y 959 (36%) tenían alineación en valgo, así como demostró su asociación entre la angulación varo de rodilla con la progresión de artrosis y su aparición\_(98).

## Relaciones entre el índice de huella plantar y el test de Craig

Los resultados en torno a la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera se muestran en las Tablas 5 y 6, donde se observa cuantos pacientes con huella plantar cavo, normal y plano tienen retroversión femoral, normal o anteversión femoral. Además, se mide la intensidad de la asociación existente entre estas dos variables.

Tabla 5

Relación entre la huella plantar y la angulación de cadera

Huella plantar	Angulación de Cadera			Total
	Retroversión femoral	Normal	Anteversión femoral	
Cavo	14	7	0	21
	15,1%	7,5%	0,0%	22,6%
Normal	7	24	1	32
	7,5%	25,8%	1,1%	34,4%
Plano	0	10	30	40
	0,0%	10,8%	32,3%	43,0%
Total	21	41	31	93
	22,6%	44,1%	33,3%	100,0%

Los resultados de la Tabla 5 muestran que los 40 pacientes con el 43,0% corresponden a un índice de arco plantar plano teniendo así 30 pacientes con un 32,3% que corresponde a una anteversión femoral, así como 10 pacientes con un 10,8% correspondiente a test Craig normal y no se evidencia ninguna retroversión femoral.

Los datos de la investigación se asemejan a un estudio denominado “La influencia de la parte delantera del pie varo en cadera excéntrica en adolescentes” donde estos resultados indican que varo anterior de pie influye en la generación de torque excéntrico de cadera de sujetos jóvenes. Teniendo en cuenta que los músculos

involucrados en la extensión de la cadera están relacionados con la estabilización de la columna lumbar, la cadera y la rodilla, estos hallazgos aportan más información sobre el papel de las desalineaciones del pie como factores de riesgo de lesiones en las extremidades inferiores y el complejo lumbo-pélvico (99).

Tabla 6

Asociación de la huella plantar y la angulación de cadera según V de Cramer

Resultados relación huella plantar y angulación de cadera				
			Valor	Significación aproximada
Nominal	por	Phi	,895	,000
Nominal		V de Cramer	,633	,000
N de casos válidos			93	

Los resultados de la V de Cramer muestran un valor de 0,633; el mismo que evidencia una correlación significativa entre la huella plantar y la angulación de cadera de los pacientes que formaron parte del estudio.

Por otro lado en el estudio denominado “Alineación del pie en varo y condiciones de la cadera en adultos mayores”, donde se evaluaron a 385 participantes de ambos géneros; mismo que reflejaron que en la categoría más alta de alineación del varo del antepié tenían 1.8 veces más probabilidades de tener dolor de cadera ipsilateral, no se encontraron asociaciones significativas entre la alineación del varo del retropié y ninguna condición de la cadera (100).

### **Relaciones entre el índice de huella plantar y el ángulo Q**

Los resultados en torno a la relación entre la huella plantar y la angulación de rodilla se muestran en las Tablas 7 y 8, donde se observa cuantos pacientes con huella plantar cavo, normal y plano tienen una angulación varo, normal o valgo. Además, se mide la intensidad de la asociación existente entre estas dos variables.

Tabla 7

Relación entre la huella plantar y la angulación de rodilla

Huella plantar	Angulación de Rodilla			Total
	Varo	Normal	Valgo	
Cavo	10	11	0	21
	10,8%	11,8%	0,0%	22,6%
Normal	2	30	0	32
	2,2%	32,3%	0,0%	34,4%
Plano	0	23	17	40
	0,0%	24,7%	18,3%	43,0%
Total	12	64	17	93
	12,9%	68,8%	18,3%	100,0%

Los resultados de la Tabla 7 muestran que de los 93 participantes evaluados, los 40 participantes presentan el 43,0% correspondiente al pie plano, donde 23 de ellos tienen un 24,7% correspondiente al ángulo Q normal y 17 participantes tienen un 18,3% el cual se presenta con un ángulo Q valgo.



Tabla 8

Asociación de la huella plantar y la angulación de rodilla según V de Cramer

Resultados relación huella plantar y angulación de rodilla			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	,754	,000
	V de Cramer	,533	,000
N de casos válidos		93	

Los resultados de la V de Cramer muestran un valor de 0,533 mismo que evidencia una correlación significativa entre la huella plantar y la angulación de rodilla de los pacientes que formaron parte del estudio.

En un estudio denominado Síndrome de dolor patelofemoral y su asociación con la función de cadera, tobillo y pie en estudiantes de secundaria de 16 a 18 años, se determinó mediante una muestra de 299 participantes, que la postura del pie es un factor muy importante en los pacientes con síndrome de dolor patelofemoral mismos que divergen de aquellos que no presenten esta afección (101).

#### **4.1. Respuesta a las preguntas de investigación**

**¿Cuál es el resultado obtenido en la evaluación de la huella plantar en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?**

La evaluación de la huella plantar, según el Índice de Arco, muestra que, el 43,0% de los estudiantes tienen pie plano, el 34,4% tienen un pie normal y el 22,6% tienen un pie cavo.

**¿Cuál es el resultado de la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?**

La angulación de rodilla mostró que el 68,8% de la muestra evaluada tiene un ángulo Q normal; el 18,3% tienen un ángulo Q valgo y el 12,9% tienen un ángulo Q varo. Para la angulación de cadera según el Test de Craig se observó que, el 44,1% de los pacientes tienen angulación normal; el 33,3% tienen una anteversión femoral y el 22,6% tienen retroversión femoral.

**¿Qué relación existe entre la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota?**

Los resultados de la V de Cramer muestran un valor de 0,633 para la relación entre huella plantar y angulación de cadera; un valor de 0,533 para la relación entre huella plantar y rodilla, mismos que evidencian una correlación significativa entre las variables de los pacientes que formaron parte del estudio.

## **CAPÍTULO V**

### **5. Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.1. Conclusiones**

- La población estudiada se caracterizó por la presencia de 93 escolares, en cuanto a la edad, la frecuencia más alta se corresponde a los participantes de 10 a 11 años y predominó el género femenino.
- La huella plantar predominante fue del pie plano con el 43,0% de los escolares afroecuatorianos.
- Se identificó que el 44.1% de la población presentó rangos normales en angulación de cadera según test de Craig, de igual forma el 68.8% de la población presentó angulación normal en rodilla, según el ángulo Q.
- Se identificó en la investigación que sí existe relación estadística entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda continuar el estudio, pero con una muestra más grande para tener una base de datos más amplia y poder evaluar la posible asociación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla.
- Realizar un estudio comparativo en otras unidades educativas de la región para evaluar los factores de riesgos en cuanto a la tendencia en la población infantil con edades de 7 a 11 años.
- Capacitar a los docentes de Educación física a fin de implementar programas específicos para la detección precoz de anomalías posturales para detectar aquellas alteraciones que puedan ser corregidas.
- Proponer Programas de Actividad Física estructurados desde el ámbito escolar y desarrollarlos de forma controlada para el manejo y prevención de las posibles alteraciones presentadas.

## Bibliografía

1. OMS. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 2019 [cited 2019 Septiembre 20]. Available from: <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions>.
2. Aguilera J, Heredia J, Peña G. Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: propuesta de valoración. G-SE. 2015;(https://g-se.com/huella-plantar-biomecanica-del-pie-y-del-tobillo-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26db4ec3).
3. Berdejo-del-Fresno D, Lara Sánchez AJ. ALTERACIONES DE LA HUELLA PLANTAR EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REALIZADA. [Online].; 2001. Available from: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.htm>.
4. Simba D, Tipán M. Prevalencia de pie plano y pie cavo relacionado con el tipo de calzado en niños de 9-12 años en dos escuelas mixtas fiscales comprendido en el período de mayo a diciembre de 2017. [Online].; 2017. Available from: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14742/TESIS%20DANI%20ELA%20S.%20%20%26%20MAYRA%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
5. Giraldo Mateos MV, Palomo López P. Análisis de la huella plantar en escolares de 8 a 10 años. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. 2016; X(2).
6. Buceta I. El bipedismo: Alteraciones del pie en estática y sus relaciones con niveles ascendentes. Tesis. España: Universidade da Coruña, Facultade de Enfermería e Podoloxia; 2013.
7. Saldívar-Cerón HI, Garmendia Ramírez A, Rocha Acevedo MA, Pérez-Rodríguez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. Boletín Médico del Hospital Infantil de México. 2015 January-February; LXXII(1).
8. Huapaya S, Lazaro W. “Relación entre la alteración del arco longitudinal interno del pie y la postura de la cintura pélvica en pacientes entre 30 a 49 años

- del HRC, 2017”. Tesis. Peru: Universidad Privada Norbert Wiener, Facultad Ciencias de la Salud; 2017.
9. Liria M. “Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad. Centros infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca 2014 - 2015”. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Medicas; 2015.
  10. Paredes A. “El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la Unidad Educativa Santa Rosa”. Tesis. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud; 2015.
  11. Castillo-López JM, Munuera-Martínez PV, Gómez-Benítez MA, Pérez-García L, Salti-Pozo N, Palomo Toucedo IC. El dolor patelofemoral en el baile flamenco y su relación con el pie. *Rev Cent Investig Flamenco Telethusa*, 10(12): 62-67. 2017 Junio; X(12).
  12. Paton RW, Choudry Q. Neonatal foot deformities and their relationship to developmental dysplasia of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2009 May; XCI(5).
  13. OMS. Desarrollo del niño. [Online].; 2019. Available from: [https://www.who.int/topics/child\\_development/es/](https://www.who.int/topics/child_development/es/).
  14. Güemes-Hidalgo M, González-Fierro , Hidalgo Vicario MI. Pubertad y adolescencia. V (1): 7-22. [Online].; 2017. Available from: <https://www.adolescenciasema.org/ficheros/REVISTA%20ADOLESCERE/vo15num1-2017/07-22%20Pubertad%20y%20adolescencia.pdf>.
  15. Güemes-Hidalgo M, González-Fierro C. Pubertad y adolescencia. *Adolescere*. V(I). [Online].; 2017.
  16. Liria M. Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad. Centros infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca 2014 - 2015”. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Medica. [Online].; 2015.

17. OMS. Salud de la madre, el recién nacido, del niño y del adolescente. [Online].; 2017. Available from: [https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/adolescence/dev/es/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/).
18. OPS/OMS. Programa de Orientación en Salud Adolescente para Proveedores de Salud. [Online].; 2009. Available from: <http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/orientation%20modules%20WHO.pdf>.
19. Briceño K. Los 5 Cambios Biológicos en la Adolescencia Más Destacados. [Online].; 2016. Available from: <https://www.lifeder.com/cambios-biologicos-adolescencia/>.
20. Olivar T, Miranda. Cambios fisiológicos del niño. Departamento de Biomedicina. Universidad CEU-Cardenal Herrera. [Online].; 2013. Available from: <http://elfarmacologico.es/index.php/cursos/item/3145-cambios-fisiologicos-del-nino#.XNtnWDFMTcs>.
21. Oposinet. Desarrollo motor. Crecimiento y evolución en edad escolar. [Online].; 2015. Available from: <https://www.oposinet.com/temario-educacion-fisica/temario-2-educacion-fisica/tema-7-desarrollo-motor-el-crecimiento-y-la-evolucion-de-los-aspectos-cuantitativos-y-cualitativos-ms-relevantes-para-el-movimiento-humano-en-la-edad-escolar/>.
22. Cruskaya. Características de la adolescencia. [Online].; 2018. Available from: <https://psicocode.com/psicologia/definicion-de-adolescencia-segun-autores/>.
23. Reascos A. SlideShare. [Online].; 2013 [cited 2019 Septiembre 20. Available from: <https://es.slideshare.net/armandito1585/fisiologa-del-crecimiento-y-desarrollo-del-adolescente-por-armando-reascos-27904013>.
24. Rosenbloom AL. Fisiología del crecimiento. Ann Nestlé [Esp];65:99–110. [Online].; 2007. Available from: [https://www.academia.edu/24810421/Fisiolog%C3%ADa\\_del\\_crecimiento](https://www.academia.edu/24810421/Fisiolog%C3%ADa_del_crecimiento).
25. Arbizu. Guía para la atención integral del niño de 0 a 5 años. Guía. Buenos Aires: OEI, Organización de Estados Iberoamericanos (OEI); 2013.

26. Iglesias Diz JL. Desarrollo del adolescente: aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría Integral*. XVII. [Online].; 2013.
27. Casas Rivero J, Ceñal González Fierro MJ. Conceptos esenciales de la adolescencia. Criterios cronológicos, físico-funcionales, psicológicos y sociales. *Medicina*; 9(61): 3931-7. [Online].; 2006.
28. Pozo , Muñoz Calvo MT. Pubertad precoz y retraso puberal. *Pediatr Integral*; XIX (6): 389–410. [Online].; 2015. Available from: [/www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2015/xix06/03/n6-389-410\\_Pubertad\\_Pozo.pdf](http://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2015/xix06/03/n6-389-410_Pubertad_Pozo.pdf).
29. Moore L, Dalley A, AMR A. *Anatomía con orientación clínica*. 7th ed. Barcelona: Lippincott. Williams. Wilkins; 2013.
30. Marín-Peña O, Fernández-Tormosa E. Anatomía y función de la articulación coxofemoral. *Anatomía artroscópica de la cadera*. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*. Volume 23, Issue 1, Pages 3-10. [Online].; 2016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2386312916000207>.
31. Bueno Sánchez AM. Exploración de columna y cadera. Cómo manejar la escoliosis.. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2014; XVI(23).
32. Bernabé. *Biomecánica de la cadera*. Madrid España. Editorial Médica Panamericana. [Online].; 2017. Available from: <http://www.tecnicadecarrera.com/biomecanica-de-cadera/>.
33. Orth R. The pediatric knee. *Pediatr Radiol*. 2013; XLIII.
34. Padilla C C, Quezada C, et al. Lesiones y variantes normales de la rodilla pediátrica. *Revista Chilena de Radiología*. Volume 22, Issue 3, Pages 121-132. [Online].; 2016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0717201X16300586>.
35. Calzadilla Moreira V, Castillo García I, Blanco Estrada J, González Martínez E. Desviaciones torsionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Rev Cubana Med Gen Integr*. 2002 sep-oct; XVIII(5).



36. Montón Álvarez JL, Sáez Fernández AL, Fernández Rodríguez T. La rodilla en la infancia y la adolescencia. *Pediatr Integral*; XVIII (7): 425-441. [Online].; 2014. Available from: <https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2014/xviii07/02/425-441.pdf>.
37. Stanford Children's Health. 2019 Stanford Children's Health. [Online].; 2019 [cited 2019 Septiembre 20. Available from: <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=torsi-nfemoralanterior-90-P05870>.
38. Paredes A. El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la Unidad Educativa Santa Rosa”. Tesis. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud. [Online].; 2015.
39. Mendieta I. Articulación de la rodilla. *Biomecánica de la rodilla*. Capítulo II. [Online].; 2012. Available from: [http://www.telmeds.org/wp-content/uploads/2012/01/Articulacion\\_de\\_la\\_rodilla2.pdf](http://www.telmeds.org/wp-content/uploads/2012/01/Articulacion_de_la_rodilla2.pdf).
40. Tucuerpohumano.com. Articulación de la rodilla: anatomía, función, tipo, partes y más. *Sistema articular*. [Online].; 2019. Available from: <https://tucuerpohumano.com/c-sistema-articular/articulacion-de-la-rodilla/>.
41. Pontificia Universidad Católica de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. [Online].; 2016 [cited 2019 Septiembre 20. Available from: <http://www.docenciatraumatologia.uc.cl/rodilla-k/biomecanica-de-la-rodilla>.
42. Biolaster. Anatomía de la rodilla. [Online].; 2011.
43. Rahaingoniaina N. eFisioterapia.net. [Online].; 2011 [cited 2019 Septiembre 20. Available from: <https://www.efisioterapia.net/articulos/desviaciones-angulares-las-rodillas>.
44. Sánchez Hernández E, de Loera Rodríguez C, Cobar Bustamante A, Oliva X. Biomecánica funcional del pie y tobillo: comprendiendo las lesiones en el deportista. *Rev. Orthotips*. Vol. 12, No.1. Medigraphic. 2016 Enero-marzo; XII(1).

45. Córdova J, Regino JC. Prevalencia de defectos posturales de miembros inferiores en pacientes de 2 meses a 14 años de edad del Centro de Rehabilitación y Educación Especial de Tabasco. Salud en Tabasco. XXI. [Online].; 2015. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48745738003.pdf>.
46. Sánchez CS. Asimetría de extremidades inferiores: Evaluación por imágenes en la edad pediátrica. Rev. chil. radiol; XIX. [Online].; 2013.
47. García Fontecha CG. Patrón angular de las piernas del niño. [Online].; 2010. Available from: <https://www.traumatologiainfantil.com/es/piernas/patron-angular>.
48. Baroni el Genuvaro. Varo Fisiológico. Medicina Infantil. 2013. [Online].; 2013.
49. Baroni EL. Genuvaro? Varo Fisiológico. Medicina Infantil. 2013 Junio; XX(2).
50. Campagne. Manual MD, Esguinces de rodilla y lesiones relacionadas. [Online].; 2015. Available from: <https://www.msmanuals.com/es-ec/hogar/traumatismos-y-envenenamientos/fracturas,-luxaciones-y-esguinces/esguinces-de-rodilla-y-lesiones-relacionadas>.
51. Bonnel FP. Anatomía topográfica del pie. EMC - Podología; XV(1): p. 1-13. [Online].; 2013. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1762827X13640055>.
52. Francois P J. Pie (anatomía humana) - Definición. [Online].; 2019. Available from: <https://salud.ccm.net/faq/15732-pie-anatomia-humana-definicion>.
53. Clark KP, Ryan LI, Weyand PG. Foot speed, foot-strike and footwear: linking gait mechanics and running ground reaction forces. J Exp Biol; 217 (Pt 12): 2037-2040. [Online].; 2014.
54. Marcha normal. Capítulo 2. [Online].; 2014.
55. Viladot A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Toray. [Online].; 1989.
56. Luengas CA, Díaz HF, González ML. Determinación de tipo de pie mediante procesamiento de imágenes. Ingenium. 2016 Mayo; XVII(34).

57. Gómez A, Tur G. "FACTORES QUE PREDISPONEN LA APARICIÓN DE FASCITIS PLANTAR". [Online].; 2012. Available from: [http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/204/2012\\_K\\_019.pdf?sequence=1](http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/204/2012_K_019.pdf?sequence=1).
58. Chuter VH, De Jonge XJ. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait Posture*, 36:7-15. [Online].; 2012.
59. MedlinePlus. MedlinePlus. [Online].; 2019 [cited 2019 Septiembre 20. Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007021.htm>.
60. Artidiello Bustio D, Hernández Echevarría DC, Aguilar Artidiello H, Salazar Camacho MC. Fascitis plantar. *Rev Ciencias Médicas*. 2015; XIX(2).
61. Marquina Rodríguez. ¿Qué es la fascia plantar y qué es una fascitis plantar? [Online].; 2013. Available from: [http://www.padelspain.net/ampliar.php?id\\_noticia=2661](http://www.padelspain.net/ampliar.php?id_noticia=2661).
62. Carignano D. La boveda plantar. la amortiguación al correr. [Online].; 2016. Available from: <http://kmakm.info/la-boveda-plantar-la-amortiguacion-al-correr/>.
63. Villadot Voegeli A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor Barcelona: Springer-Verlag Ibérica. [Online].; 2001.
64. Plummet. Boveda Plantar Kapandji. Universidad de Buenos Aires.. [Online].; 2019. Available from: <https://www.exapuni.com/carreras/apunte/Universidad%20de%20Buenos%20Aires/Medicina/Anatom%C3%ADa/Boveda%20Plantar%20Kapandji/897/0>.
65. Álvarez Camarena C, Palma Villegas W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Medigraphic*. 2010 Oct-Dic; VI(4).
66. Salazar. Anatomía de la extremidad inferiro I. Osteología: Bóveda plantar. [Online].; 2006. Available from: <http://www.podologia.cl/AEI1%20-%206.pdf>.
67. Barrera R, Siles JA, Velasco LC LC. Aplicación didáctica para la valoración de un fotopodograma en las clases de Educación Física. *Revista digital EFDeportes*, nº 141. [Online].; 2010.

68. Cuestas A. Tipos de huella, pies planos y cavos. [Online].; 2018. Available from: <https://clinicapegadas.com/tipos-de-huella/>.
69. Sánchez Ramírez C. Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernández Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. Fisioterapia. 39(5):209---215. [Online].; 2017. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/315349345\\_Analisis\\_de\\_dos\\_metodos\\_de\\_evaluacion\\_de\\_la\\_huella\\_plantar\\_indice\\_de\\_Hernandez\\_Corvo\\_vs\\_Arch\\_Index\\_de\\_Cavanagh\\_y\\_Rodgers](https://www.researchgate.net/publication/315349345_Analisis_de_dos_metodos_de_evaluacion_de_la_huella_plantar_indice_de_Hernandez_Corvo_vs_Arch_Index_de_Cavanagh_y_Rodgers).
70. Labrosa M, Molinés S. Alteraciones de la bóveda plantar. Revista Española de Reumatología;30(9): 489-498. [Online].; 2003. Available from: <https://medes.com/publication/10949>.
71. Gonzalez D. El pie, su estructura, sus arcos y los tipos de pies según estos arcos. [Online].; 2016. Available from: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/el-pie-su-estructura-sus-arcos-y-los-tipos-de-pies-segun-estos-arcos>.
72. Salazar C. Pie plano, como origen de alteraciones biomecánicas en cadena. Fisioterapia. p. 80-9. [Online].; 2007.
73. Estévez A, et al. Identificación de las deformidades podálicas en personas con diabetes mellitus, una estrategia para prevenir amputaciones. Revista Cubana de Endocrinología. p. 297-313. [Online].; 2013.
74. Barra SM. Relación entre los tipos de pie y las alteraciones de la oclusión dental, en niños entre 5 y 7 años. Discrepancias al cabo de uno, dos y cuatro años. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla, Departamento de Podología. [Online].; 2015.
75. Buckup K, Buckup J. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular: Exploraciones, signos y síntomas. Quinta ed. Barcelona: Elsevier Masson. [Online].; 2014. Available from: <https://fisioterapia.blogspot.com/2014/01/el-angulo-q.html>.
76. Vicente SA. Fisioterapia.. [Online].; 2014. Available from: <https://fisioterapia.blogspot.com/2014/01/el-angulo-q.html>.

77. Palmer ML, Epler ME.. Fundamentos de las Técnicas de Evaluación Musculoesquelética. Primera ed. Badalona: Editorial Paidotribo. [Online].; 2002.
78. Constitución Política del Ecuador. Asamblea Constituyente. [Online].; 2008.
79. Congreso Nacional. Secretaría Técnica Plan Toda Una Vida. [Online].; 2012. Available from: [https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/SALUD-LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_SALUD.pdf?fbclid=IwAR2EIXeOZxB5zOM4TE6L3nCNKmjjHKPzSjBqsNz07Ru\\_2605U\\_25YWhC4E](https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/SALUD-LEY_ORGANICA_DE_SALUD.pdf?fbclid=IwAR2EIXeOZxB5zOM4TE6L3nCNKmjjHKPzSjBqsNz07Ru_2605U_25YWhC4E).
80. Congreso Nacional. [Online].; 2014. Available from: [https://www.igualdad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/11/codigo\\_ninezyadolescencia.pdf](https://www.igualdad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/11/codigo_ninezyadolescencia.pdf).
81. Senplades. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. [Online].; 2017. Available from: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCTFINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCTFINAL_0K.compressed1.pdf).
82. Samperi. Metodología de la investigación científica. Sexta edición. [Online].; 2014. Available from: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
83. Gómez Bastar S. Metodología de la investigación. Primera ed. Tlalnepantla: Red Tercer Milenio; 2012.
84. GAD Parroquial Rural de Ambuquí. GOBIERNO AUTÓNOMO. [Online]. Cantón Ibarra, Parroquia Ambuquí; 2015 [cited 2019 Enero 19. Available from: <http://www.ambuqui.gob.ec/admin/files/POA-2015-GOBIERNO-PARROQUIAL-DE-AMBUQUI.pdf>.
85. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. [Online].; 2018 [cited 2019 Junio 26. Available from: <https://dle.rae.es/?id=EN8xffh>.
86. OMS. 67ª Asamblea Mundial. Pdf. Ginebra.; Ginebra; 2014.

87. Diz JLI. Desarrollo del adolescente. *Pediatr Integral*. 2013 Febrero; XVII(2).
88. Barclay F, Arcuri F, Nacul I. Ligamento Cruzado Anterior: Reconstrucción. *Revista Artroscopia*. 2014 Febrero; XXI(2).
89. Physical Tech. *Physical Tech. Physical Tech*. 2014 Junio; III(12).
90. González Castellanos A. Metodología de la Investigación Científica para las Ciencias Técnicas. [Online].; 2003. Available from: [http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3245/1/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion.disenio\\_teorico\\_y\\_formulacion\\_proyecto\\_investigacion.pdf](http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3245/1/metodologia_de_la_investigacion.disenio_teorico_y_formulacion_proyecto_investigacion.pdf).
91. Fernández C. BP. Metodología de la Investigación. Sexta ed. McGRAW-HILL, editor. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.; 2014.
92. Arias FG. El proyecto de Investigación. Sexta ed. Caracas: Episteme ; 2006.
93. Lara Diéguez S, Lara Sánchez A, Zagalaz Sánchez M, Martínez-López E. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 2011;(9).
94. Lucas-Cuevas AG, Salvador-Coloma P, Aparicio I, Carbonell F. Validación de la fotogrametría 2d en el análisis del ángulo Q de la rodilla.. , VIII Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte; 2014.
95. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A, Santoja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte*. 2013; VI(3).
96. Chang J, Wang S, Kuo C, Sheng H, Hong Y, Lin L. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *European Journal of Pediatrics*. 2010 April; CLXIX(4): p. 447-452.
97. Kingsley PC, Olmsted KL. A study to determine the angle of anteversion of the neck of the femur. *JBJS*. 1948 July; XXX(3): p. 745-751.
98. Brouwer G, Van Tol A, Bergink A, Belo J, Bernsen R, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis & Rheumatology*. 2007 April; LVI(4).

99. adolescents. Tiofvoehti. Scattono, Silva R; Veronese, LM; Granado Ferreira, AL; Serrão, FV. *Man Ther.* 2013 December; XVIII(6).
100. Gross K, Niu J, Zhang Y, Felson D, McLennan C, Hannan M, et al. Varus foot alignment and hip conditions in older adults. *Arthritis & Rheumatology.* 2007 September; LVI(9).
101. Mølgaard C, Skovdal Rathleff M, Simonsen O. Patellofemoral Pain Syndrome and Its Association with Hip, Ankle, and Foot Function in 16- to 18-Year-Old High School Students. *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 2011 May; CI(3): p. 215-222.

# ANEXOS

## Anexo 1. Oficio de autorización de la institución



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13  
Ibarra - Ecuador

CARRERA TERAPIA FÍSICA MÉDICA

Ibarra, 13 de marzo del 2019  
Oficio 321-TFM-UTN

Licenciado  
Luis Germánico Chala  
RECTOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA "VALLE DEL CHOTA"  
Presente

Señor Rector:

Reciba un atento saludo de quienes conformamos la Carrera de Terapia Física Médica de la Universidad Técnica del Norte.

Comedidamente solicito a usted autorizar el desarrollo del Trabajo de Grado "Estudio de la Huella Plantar y su Relación con la Angulación de Cadera y Rodilla en Escolares Afroecuatorianos de 7 a 11 años de Edad en la Unidad Educativa Valle del Chota", y permitir que el señor Mantilla Cifuentes Luis Alberto, en la fecha y hora que de mutuo acuerdo se estime conveniente; proceda a realizar la evaluación correspondiente y la aplicación de tests a las niñas y los niños de la institución que acertadamente usted dirige.

Cabe indicar a usted, que el desarrollo del mencionado trabajo de investigación, es de carácter estrictamente académico, y estará dirigido por la Magister Daniela Zurita, y que concluido el mismo se socializará los resultados.

Por su favorable atención a la presente, le agradezco y me despido.

Atentamente,  
"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"

  
MSC. Rocío Castillo  
DECANA



  
*Recebido 15*

Analí B.

**MISIÓN INSTITUCIONAL**  
"Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, académico y cultural de la región norte del país  
y formar profesionales comprometidos con el cambio social y con la preservación del medio ambiente"

Cuadela 1800000000 Ibarra El Ocho  
Telfax: 2809-430 Ext. 3401 - Camhu 139



## Anexo 2. Oficio de aprobación del distrito de educación

MINISTERIO DE EDUCACIÓN



Oficio Nro. MINEDUC-CZ1-10D01-DDASR-2019-0608-O

Ibarra, 17 de marzo de 2019

**Asunto:** AUTORIZACIÓN DESARROLLO DE TRABAJO DE GRADO

Magister  
Rocio Elizabeth Castillo Andrade  
Decana Fcs  
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE  
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. 0632-AP, en el que solicita autorizar el desarrollo de Trabajo de Grado "Estudio de la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad en la Unidad Educativa Valle del Chota" y permitir que el señor Luis Alberto Mantilla Cifuentes pueda realizar la evaluación y aplicación del test a las niñas y los niños de la Unidad Educativa antes mencionada; esta Dirección Distrital considerando que se trata de un trabajo de investigación y de carácter estrictamente académico, emite la respectiva autorización disponiendo al señor Rector coordinar los horarios pertinentes y para el efecto cuente con la autorización escrita de los representantes legales de los menores a ser evaluados.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

  
Lcdo. Ernesto Fabián Paspuel Reyes  
**ANALISTA DE APOYO, SEGUIMIENTO Y REGULACIÓN**  
Distrito Educativo 10004

Referencias:

- MINEDUC-CZ1-10D01-UDAC-2019-1953-E

Anexos:

- 0632-1-AP-CASTILLO ROCIO20190315\_0810.pdf

### Anexo 3. Fichas de evaluación

- Índice del Arco



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
TERAPIA FÍSICA MÉDICA

**ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA**

VARIABLE: Escolares afroecuatorianos de La Unidad Educativa Valle del Chota  
EVALUADOR: Mantilla Cifuentes Luis Alberto

**DATOS GENERALES DEL PACIENTE**

Nombres:				Apellidos:			
Edad	Años	Meses	Género			Etnia	
			Masculino	Femenino	Mestizo/a:	Afroecuatoriano/a:	
Discapacidad:							
<b>INDICE DEL ARCO</b>							
Se obtiene la proporción de las áreas de contacto (antepié, mediopié y retropié) de las diferentes partes de la huella plantar, excluyendo los dedos. Dando tres posibilidades de resultado: pie cavo, pie normal o pie plano.							
Valores de referencia			Cálculo			Resultados	
Pie Cavo	≤ 0,21		Derecho	$IA = \frac{B}{A + B + C} =$	IA =		
Pie Normal	0,21 < IA < 0,26						
Pie Plano	≥ 0,26		Izquierdo	$IA = \frac{B}{A + B + C} =$	IA =		

- Test de Craig



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
TERAPIA FÍSICA MÉDICA

TEST DE CRAIG				
Propósito: Determinar la anteversión y retroversión del fémur.				
Consiste en medir el ángulo de la cadera con un goniómetro para determinar el valor de anteversión o retroversión, utilizando el eje largo de la tibia, para ello se coloca la rodilla en 90 grados de flexión. El examinador rota la cadera en sentido medial y lateral, mientras palpa el área del trocánter mayor, hasta que el punto más externo se encuentra en la cara lateral de la cadera (el trocánter mayor es paralelo a la mesa en este punto).				
Valores de referencia		Valores tomados		Resultados
Retroversión femoral	<8°	Derecho		
Normal	8° - 15°			
Anteversión femoral	> 15°	Izquierdo		

- Ángulo Q



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
TERAPIA FÍSICA MÉDICA

ANGULO Q					
Consiste en realizar una medición del ángulo que se forma al dibujar una línea entre la espina iliaca anterosuperior hacia el centro de la rótula y otra que va desde la rótula hasta el centro de la tuberosidad anterior de la tibia dando como posibles resultados ángulo normal o valgo de rodilla.					
Valores de referencia			Valores tomados		Resultados
Ángulo de rodilla	Masculino	Femenino			
Varo	<10°	<10°	Derecho		
Normal	10-15°	10-19°			
Valgo	> 15°	> 19°	Izquierdo		

#### Anexo 4. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA DE

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO.

**Título de la investigación:** Estudio de la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla en escolares afroecuatorianos de 7 a 11 años de edad de la Unidad Educativa Valle del Chota.

**Nombre del Investigador:** Luis Alberto Mantilla Cifuentes

Yo, \_\_\_\_\_, con número de Cédula \_\_\_\_\_ ejerciendo mi libre poder de elección y mi voluntad expresa, por este medio, doy mi consentimiento para participar que mi representado/a \_\_\_\_\_ participe en esta investigación. He tenido tiempo suficiente para decidir mi participación, sin sufrir presión alguna y sin temor a represalias en caso de rechazar la propuesta. Inclusive, se me ha dado la oportunidad de consultarlo con mi familia y de hacer todo tipo de preguntas, quedando satisfecho con las respuestas. La entrega del documento se realizó en presencia de un testigo que dará fe de este proceso.

Firma \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombres y apellidos del investigador.

Firma \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## Anexo 5. Evidencias fotográficas

### Aplicación del instrumento para la Huella Plantar



## Aplicación del instrumento Angulo Q para la angulación de rodilla



**Aplicación del instrumento Test de Craig para la angulación de cadera**



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** URKUND.docx (D54806686)  
**Submitted:** 14/08/2019 2:32:00  
**Submitted By:** luisdrato@hotmail.es  
**Significance:** 8 %

### Sources included in the report:

JIMENEZ MEJIA KEVIN XAVIER TESIS.docx (D53864222)  
Tesis Marisol Montesdeoca.docx (D54696983)  
Tesis-Angulo-FINAL.docx (D24393808)  
<https://www.vitonica.com/anatomia/todo-sobre-la-rodilla-i-anatomia>  
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.htm>  
<https://g-se.com/huella-plantar-biomecanica-del-pie-y-del-tobillo-propuesta-de-valoracion-bp-b57cfb26db4ec3>  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6046/Colque\\_Condori\\_Maria\\_Magdalena.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6046/Colque_Condori_Maria_Magdalena.pdf?sequence=3&isAllowed=y)  
[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14742/TESIS%20DANIELA%20S.%20%20%2526%20MAYRA%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14742/TESIS%20DANIELA%20S.%20%2526%20MAYRA%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
[http://www.padelspain.net/ampliar.php?id\\_noticia=2661](http://www.padelspain.net/ampliar.php?id_noticia=2661)  
<http://kmakm.info/la-boveda-plantar-la-amortiguacion-al-correr/>  
<https://www.exapuni.com/carreras/apunte/Universidad%20de%20Buenos%20Aires/Medicina/Anatom%C3%ADa/Boveda%20Plantar%20Kapandji/897/0>  
<http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2578/TESIS%20Sandra%20Matta%20-%20P%C3%A9rez%20Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

### Instances where selected sources appear:

44

En la ciudad de Ibarra, a los 02 días del mes de octubre de 2019

### Lo certifico:



(Firma).....

Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

C.I.: 1003019740

**DIRECTORA DE TESIS**



## ABSTRACT

"STUDY OF PLANTAR FOOTPRINT AND ITS RELATIONSHIP WITH THE ANGULATION OF HIP AND KNEE IN AFRO-ECUADORIAN SCHOOLCHILDREN FROM 7 TO 11 YEARS OF AGE OF THE "VALLE DEL CHOTA" EDUCATIONAL UNIT "

**Author:** Luis Alberto Mantilla Cifuentes

**Email:** luisdrato@hotmail.es

The plantar footprint occurs from the impression of the structure of the foot, which highlights those morphological aspects thanks to the use of tools such as plantigraphy. The objective of this research was to determine the relationship between plantar footprint and hip and knee angulation in Afro-Ecuadorian schoolchildren from 7 to 11 years of age in the Valle del Chota Educational Unit in the province of Imbabura, in Ecuador. The methodology was based on a non-experimental, cross-sectional and correlational design. The population studied was composed of 93 students from 7 and 11 years of age to which 3 instruments were applied; arc index to determine the plantar footprint, Q angle for knee angulation and Craig test for angulation of hip. The results showed that, the predominant plantar footprint was flat feet with 43.0%. The knee angulation of the dominant foot had a normal angulation followed by valgus angulation and normal angulation for the hip. It was concluded that there is a relationship between the plantar footprint and the hip and knee angulation, stating that the plantar footprint influences the angulation of these variables.

**Keywords:** foot, plantar footprint, knee, hip, Afro-Ecuadorians.

Victor Rodriguez  


