



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

“PERFIL MORFOLOGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO.”

Autor: Carrillo Ulloa Christian David

Tutora: Lcda. Mg. Espín Pastor Victoria Estefanía

Ambato – Ecuador

Octubre, 2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“PERFIL MORFOLOGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO”** de Christian David Carrillo Ulloa estudiante de la Carrera de Terapia Física, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Agosto del 2017

LA TUTORA

.....
Lcda. Msc. Espín Pastor, Victoria Estefanía

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación : “**PERFIL MORFOLOGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO**”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Agosto del 2017

EL AUTOR

.....

Carrillo Ulloa Christian David

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este documento o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta, y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi proyecto con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto, dentro de las regulaciones de la Universidad Técnica de Ambato, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Agosto del 2017

EL AUTOR

.....

Carrillo Ulloa Christian David

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema **“PERFIL MORFOLÓGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO”**, de Carrillo Ulloa Christian David, estudiante de la Carrera de Terapia Física.

Ambato, octubre del 2017

Para constancia firma

.....

Presidente / A

.....

1er Vocal

.....

2do vocal

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto de investigación está dedica principalmente a Dios quien me dio la fuerza, ímpetu y protección, bendiciéndome al cruzar por mi camino cantidad de amistades que han sido la compañía de mi carrera Universitaria para llegar a culminar una etapa más de miss estudios.

En segundo lugar a mis padres, David y Narcisa quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad. Y finalmente a mi querida hermana Keysha y cada uno de los que son parte de mi familia; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y motivado para seguir adelante.

Christian Carrillo

AGRADECIMIENTO

Mi más honrado agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Terapia Física y cada uno de los docentes a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza impartido en cada una de las cátedras brindadas y de manera especial a la Lic. Mg Victoria Espín quien fue la guía y supervisora en la elaboración de este trabajo de investigación.

Agradezco a la Federación Deportiva de Napo quienes mediante su apoyo concibieron la elaboración de este trabajo de Investigación, Al Presidente de dicha institución Ing. Darwin Mina, a los entrenadores de la disciplina de atletismo quienes me extendieron una mano en la elaboración de este proyecto y a cada uno de los deportistas que participaron en esta investigación.

Finalmente, un eterno agradecimiento a Dios y mis Padres por su apoyo incondicional en todo momento para poder culminar esta etapa de mi vida académica.

Christian Carrillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:	1
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
EL PROBLEMA	3
1.-TEMA:	3
1.2.-EL PROBLEMA:	3
1.2.1.-CONTEXTO:	3
1.2.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	5
1.3.-OBJETIVOS:	6
1.3.1.-GENERAL:.....	6
1.3.2.-ESPECIFICOS:	6
1.4.-JUSTIFICACIÓN:	6
CAPÍTULO II	8
2.1.- ESTADO DEL ARTE	8
2.2.-MARCO TEORICO	11
EL ATLETISMO	11
EL PIE.....	12
TIPOS DE HUELLAS PLANTARES.....	15
BIOMECÁNICA DEL PIE	18
EL PIE EN LOS DEPORTISTAS	21
MÉTODO, TÉCNICA Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR.....	23
EL MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO	24
SOFTWARE KINOVEA	25
2.3.-HIPÓTESIS	26
CAPÍTULO III	27
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
3.2 SELECCIÓN DEL ÁREA O AMBITO DE ESTUDIO	27
3.3 POBLACIÓN	27
Criterios de selección de los participantes	28
Diseño muestral.....	28
3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
3.5 DESCRIPCIÓN DE LA INVESEGACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	30

Análisis estadístico	31
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	31
CAPÍTULO IV	32
4.1 RESULTADOS	32
CORRELACIÓN DE LAS RAMAS DE LA DISCIPLINA DE ATLETISMO Y EL TIPO DE HUELLA PLANTAR QUE PRESENTARON LOS DEPORTISTAS EN EL PIE DERECHO E IZQUIERDO.	32
PORCENTAJE DE LOS GRUPOS DE MUESTRA CON LOS DIFERENTES TIPOS QUE PRESENTAN	33
4.2 CONCLUSIONES	34
4.3 LIMITE DE ESTUDIO	34
4.4 DISCUSIÓN	34
4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36
ANEXOS	40
ANEXO 1: Marco Teórico	40
ANEXO 2.	42
HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	42
ANEXO 3.	43
HOJA DE RENUNCIA	43
ANEXO 4.	44
ANEXO 5.	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Evaluación de la huella plantar según el protocolo de Hernández Corvo	40
Ilustración 2 Formula y clasificación del método de Hdez. Corvo, (2010)	40
Ilustración 3 Impresione plantares Obtenido de Hdez. Corvo, (2010) (36)	41
Ilustración 4 Aplicación del método Hernández corvo en el software Kinovea	45
Ilustración 5 Aplicación de talco en la planta de los pies	45
Ilustración 6 Colocación de las huella plantares en la cartulina negra	45
Ilustración 7 Muestra de la huella plantar	46
Ilustración 8 Obtención de talla y peso	46
Ilustración 9 Deportistas y entrenador de la disciplina de atletismo de la Federación Deportiva de Napo	46
Ilustración 10 Deportista Realizando la práctica deportiva	47
Ilustración 11 Estableciendo medidas en la muestra para procesar en el software Kinovea	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable independiente:	29
Tabla 2. Variable dependiente:	29
Tabla 3. Características generales	32

Tabla 4. Correlación entre salto largo - fondo y la morfología plantar	32
Tabla 5. Frecuencias en los diferentes grupos de muestra con el tipo de pie tanto izquierdo como derecho.	33

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

“PERFIL MORFOLÓGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO”.

Autor: Carrillo Ulloa Christian David

Tutora: Lcda. Msc. Espín Pastor Victoria Estefanía

Fecha: Agosto de 2017

RESUMEN

La extremidad más distal del miembro inferior es el pie, es una estructura con un diseño que nos ayuda a soportar el peso corporal, a darnos estabilidad y nos ayuda a realizar las actividades de caminar, correr y saltar. En esta investigación el objetivo era identificar el perfil morfológico del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en las ramas: fondistas y salto largo de la Federación Deportiva de Napo. En la cual se utilizó una ficha de recolección de datos enfocado en obtener principalmente los datos generales de cada uno de los participantes siendo datos necesarios para el estudio. Al igual que se realizó la obtención de la huella plantar mediante plantigrafías de ambos pies para luego proceder a la obtención de resultados mediante el método Hernández Corvo digitalizado en el software Kinovea.

Es una investigación de tipo no experimental de correlación. Luego de los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo 36 deportistas en una edad promedio de 9 a 23 años de edad aptos para el estudio. El análisis estadístico del estudio se realizó mediante el programa SPSS versión 22 para las variables del tipo de morfología de pie que tiene cada deportista en su respectiva rama deportiva.

Se analizó y determinó que el tipo de huella plantar que predomina en los deportistas tanto de salto largo como fondistas es el pie cavo y normal-cavo. Mediante la correlación realizada con la prueba de Pearson entre salto largo y el tipo de huella plantar se observó que existe una correlación significativa del -0,01 de pie derecho cavo, mientras que en la disciplina de fondo tubo una correlación del -0,05 de pie derecho cavo.

PALABRAS CLAVE: MORFOLOGÍA, ARCO_PLANTAR, HUELLA_PLANTAR, ATLETISMO, SOFTWARE_KINOVEA, MÉTODO_HERNANDEZ, CORVO.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
CAREER OF PHYSICAL THERAPY

"MORPHOLOGICAL PROFILE OF PLANT ARC IN SPORTS THAT PRACTICE THE DISCIPLINE OF ATHLETICS IN THE FONDISTAS AND LONG JUMPS OF THE NAPO SPORTS FEDERATION".

Author: Carrillo Ulloa Christian David

Tutor: Lcda. Msc. Espín Pastor Victoria Estefanía

Date: August, 2017

ABSTRACT

The most distal extremity of the lower limb is the foot, it is a structure with a design that helps us support body weight, give us stability and helps us perform walking, running and jumping activities. In this research the objective was to identify the morphological profile of the plantar arch in athletes who practice the discipline of athletics in the branches: fondistas and long jump of the Sports Federation of Napo. In which a datasheet was used focused mainly on obtaining the general data of each of the participants being necessary data for the study. As well as obtaining the plantar footprint by planting both feet and then proceed to obtain results by the Hernández Corvo method, digitized in the Kinovea software.

It is an investigation of non-experimental type of correlation. After the inclusion and exclusion criteria, 36 athletes were obtained in an average age of 9 to 23 years of age eligible for the study. The statistical analysis of the study was performed using the SPSS version 22 program for the variables of the type of foot morphology has every athlete in their respective sport branch.

It was analyzed and determined that the type of plantar footprint that predominates in the sportsmen of both long jump and fondistas is the foot cavo and normal-cavo. Through the correlation performed with the Pearson test between long jump and plantar footprint type it was observed that there is a significant correlation of -0.01 standing right cavus, while in the background discipline tube a correlation of -0.05 standing right.

KEY WORDS: MORPHOLOGY, PLANTAR_ARC, PLANTAR_FOOTPRINT, ATHLETICS, KINOVEA_SOFTWARE, METHOD_HERNANDEZ, CORVO.

INTRODUCCIÓN

La procedencia del atletismo es tan antigua como el nombre de correr, saltar, tirar que son actividades motrices básicas de toda persona, el atletismo es un grupo más la suma de especialidades que se han agrupado bajo este nombre general. (1) El salto largo o también conocido como salto de longitud es una de las ramas del atletismo la cual consiste en realizar un salto posteriormente a una carrera corta para tomar impulso en un área específica. (1) Las carreras de fondo son pruebas cuya distancia es superior a 3000 metros, estas pruebas se realizan tanto en la pista del estadio de atletismo como en terrenos irregulares. (2)

La extremidad más distal del miembro inferior es el pie, la cual es una estructura con un diseño que nos ayuda soportando el peso corporal de nosotros, posee una función motora mediante la cual se da el impulso necesario para realizar las actividades de caminar, correr y saltar; Al igual que nos da el equilibrio mediante la articulación del tobillo con los huesos metatarsianos del ante pie y los ligamentos laterales que actúan en forma de faja sujetando la articulación. Además que es la única referencia física que nos pone en contacto con el suelo. (3) (36)

Una bóveda en la parte media del pie que se forma por la distribución de todos los huesos entre sí que le da al pie una gran resistencia para la carga del peso y el esfuerzo mediante el apoyo de tres puntos que se conoce como trípode podálico. (4)

Dicha bóveda tiene la similitud de un triángulo equilátero ya que sus puntos de apoyo están implicados en la zona de contacto con el suelo formando lo que se denomina huella plantar.

Los puntos de apoyo y contacto con el suelo son la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y la apófisis del calcáneo. (4)

De dichos puntos desencadena la constitución de tres arcos, los cuales son: el arco externo, el arco transversal o anterior y el arco interno o longitudinal el cual es el más largo y alto, además que desde el punto de vista tanto estático como dinámico es el más importante de los tres y clínicamente es el único visible. (4)

La biomecánica del apoyo en el suelo y, consecuentemente, las fuerzas de reacción en la realización de una determinada actividad física, varían en función de diferentes factores, tanto intrínsecos de la persona como son la técnica de realización del movimiento y la posible fatiga, la influencia de laxitud ligamentosa entre otros, como extrínsecos que son factores externos de la persona como son el calzado, el suelo y la implementación

deportiva. (5) Estos factores, y los cambios que provocan en el patrón de la marcha, pueden ser transitorios o permanentes y su estudio ha permitido observar que los atletas son capaces de modificar y corregir defectos en la marcha, carrera o nado con el fin de mejorar el rendimiento, prevenir lesiones, o como método de recuperación de las mismas. (6)

Durante la práctica deportiva se ven incrementadas las sollicitaciones mecánicas del pie, lo que puede llevar incluso a una modificación temporal de la huella plantar, tal y como se ve reflejado en Meana (7) o en Robbins y Hanna, que describen descensos desde 119,4 cm² hasta 112,4 cm² en la superficie de apoyo del pie, en un grupo de atletas recreacionales, después de 48 días realizando su entrenamiento habitual de carrera. (8)

Las impresiones plantares reflejan las reacciones del pie ante las cargas debido a la sustentación, soporte de pesos y locomoción del individuo. Su huella plantar es parte de la función de apoyo. Su evaluación puede contribuir a la prevención, tratamiento y rehabilitación de lesiones y deformidades, así como a la selección de talentos y al control biomédico del deportista. (9) El análisis correcto de la huella plantar facilita el diagnóstico para conocer el tipo de pie que presentan:

En el pie normal se aprecia un arco longitudinal interno y una huella plantar bien definida con una zona del ante pie ancha y una zona del retropié unidas por una zona externa más estrecha en el medio pie que se conoce como istmo. (10) En el pie cavo en vínculo con la huella plantar normal se caracteriza por una prominencia convexa del borde externo y por un aumento de la profundidad el borde interno dividiendo la huella en dos; en el caso de los pies cavos inveterados con las mismas característica, se incorpora la desaparición de la huella de los dedos debido a la garra que presentan los mismos. En cuanto al pie plano en vínculo con la huella plantar normal se da un aumento del arco interno y el pie plano finaliza en ocasiones por hacerse convexo en los pies planos inveterados. (11)

Esta investigación está encaminada a identificar y correlacionar la morfología del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en las ramas de salto largo y fondo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.-TEMA: Perfil morfológico del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en las ramas fondistas y salto largo de la federación deportiva de Napo.

1.2.-EL PROBLEMA:

1.2.1.-CONTEXTO:

La procedencia del atletismo se basa en la actividad física de correr, saltar y tirar que son movimientos motrices básicos que tiene toda persona, el atletismo es una suma de especialidades que se han agrupado bajo este nombre general.

Sousa, Cabria y Donaghy, en el 2007 nos menciona que, en la fisioterapia deportiva, el running conocido como actividad de correr dentro de nuestro medio o competencias dentro del atletismo ocupa un 12% de las investigaciones realizadas. (1)

Las actividades físicas de salud y eventos orientados de forma competitiva, tales como carreras de ruta con distancias de entre 5 km y la distancia del maratón clásico de 42,2 kilómetros se hicieron populares en los últimos años.

Las causas potenciales del atletismo, incluyen carga mecánica con intensidad o frecuencia excesiva, factores antropométricos como la longitud del paso o tipo de pie, fatiga muscular, la salud ósea y las propiedades de ejercicio, tales como la duración o la frecuencia de la formación. (2)

Korpelainen et al. Reportado mayor incidencia de fracturas por sobrecarga de los metatarsianos en corredores con pies de alto arqueada (40%). (3)

Burn et al. Informó que una mayor velocidad de marcha conduce a un aumento de la presión plantar pico. (4)

Por otra parte, la fatiga de los músculos del pie especialmente de los músculos flexor dorsal - aparentemente conduce a fuerzas de impacto más altos durante el aterrizaje. (5)

Un estudio encontró que los hombres con una puntuación del *Foot Posture Index* (FPI) normal eran más propensos a tener dolor en el tendón rotuliano que los hombres con un pie ligeramente pronado. Otras investigaciones determinaron que la posición pronada fue responsable de las lesiones por sobrecarga en la extremidad inferior, debido a que esta postura provoca fatiga muscular y disminución de la funcionalidad de la extremidad alterada. Por el contrario, otros estudios relacionan un mayor número de lesiones por sobrecarga en el pie supinado, donde se encontró un aumento significativo del riesgo de padecer lesiones por sobrecarga, pero también se les asociaba un aumento de la habilidad técnica en la práctica deportiva, ya que el aumento de la rigidez de los pies supinados ayuda a la práctica del fútbol sala. En unos deportes u otros puede variar el tipo de pie que resulta más beneficioso para su puesta en práctica (6)

Un estudio sugiere que las investigaciones que determinan un mayor riesgo de lesiones por sobrecarga en el pie pronado son literatura antigua, ya que actualmente se está empezando a establecer a la supinación como el principal responsable de este tipo de lesiones (7). Así en cada deporte, un tipo de pie podrá proporcionar mayor rendimiento, o conllevar un número más alto de lesiones, ya que por ejemplo los jugadores de fútbol sala no va a tener la postura de pie que los corredores de maratón. (8)

En estudios realizados específicamente sobre atletas se demostró que el pie pronado era el que más frecuentemente aparecía con un 66,9%, mientras que la supinación aparecía en un 9,3%, siendo 2,4 veces más probable que aparezca el pie pronado que el supinado. (9)

En España en un estudio realizado a corredores amateurs en una maratón de 20km en montaña se encontró el pie derecho "neutro" (57,5%), mientras que en el izquierdo un (60%). Los pies pronados representaron entre el 20-25%. Sólo un pie izquierdo presentó una postura supinada. (6)

A pesar de la creencia generalizada de que un tipo de pie "neutro" (ni pronación ni en supinación) es el ideal o "normal", la investigación utilizando tanto el *FPI* -6 y *FPI* -8 ha revelado, paradójicamente, que el pie normal (que se encuentra con mayor frecuencia en la población) no es un pie neutro. Más bien, el tipo de pie normal en las poblaciones

muestreadas es un pie de ligera pronación que sirve para prevenir lesiones deportivas.
(8)

En Australia un estudio realizado en la Universidad de Sydney en deportista de fútbol sala para conocer la morfología del pie, se obtuvo como resultados que (93%) de los participantes obtuvo pie en pronación. Dos participantes (3%) con un tipo de pie neutro y sólo 3 participantes (4%) tiene un tipo de pie en supinación. (8)

Un estudio realizado en la liga de atletismo de Cauca ubicado en Bogotá Colombia con 20 deportistas 16 hombres y 4 mujeres, para valorar la huella plantar según los parámetros de Hernández Corvo se determinó que el pie cavo es el que presenta mayor frecuencia los deportistas (derecho 55% e izquierdo 35%), con un incremento del ángulo tibio-calcáneo en 85% de la población, en el método de Dahle se evidencio en el pie derecho un predominio de cavo extremo 50% y el pie izquierdo cavo 55%. (10)

El ministerio de coordinador de producción del Ecuador, la Caltu y la empresa Plasti Caucho Industrial, levantaron una investigación para conocer el perfil antropométrico del pie en 741 hombres y mujeres de 10 ciudades del país con una edad de 18 años a 59 años de edad obteniendo como resultados que el 51% en mujeres y 61% en hombres de la costa ecuatoriana tienen pie plano, mientras que en la sierra es el 42% en mujeres y el 43% en hombres. Pie cavo presentaron el 1.5% en mujeres y el 0.5% en hombres de la costa y el 1,4% en mujeres y 0,3% en hombres de la sierra Ecuatoriana, mientras que el pie normal presentaron 46% en mujeres y 46% en hombres de la costa ecuatoriana y en la sierra 56% en mujeres y el 55% en hombres. (11)

1.2.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cuál es el perfil morfológico del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en las ramas: fondistas y salto largo de la federación deportiva de Napo?

1.3.-OBJETIVOS:

1.3.1.-GENERAL:

Identificar el perfil morfológico del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en las ramas: fondistas y salto largo de la Federación Deportiva de Napo.

1.3.2.-ESPECIFICOS:

- Evaluar a los deportistas de la disciplina de Atletismo de la Federación Deportiva de Napo para determinar el tipo de arco plantar que presentan los deportistas.
- Analizar los resultados obtenidos para determinar el predominio del tipo de huella plantar que se presenta en las ramas fondistas y salto largo delimitando diferencia significativa de una rama del atletismo con otra.
- Correlacionar los resultados obtenidos previo al análisis realizado en las ramas fondistas y salto largo.

1.4.-JUSTIFICACIÓN:

La investigación es importante ya que nos servirá para conocer la morfología del arco plantar que presentan los deportistas de atletismo en las ramas: fondista y salto largo ya que se requiere conocer si existen cambios significativos y estructurales que potencien su desempeño en la práctica deportiva del atletismo, es auténtico debido a que no se ha realizado investigaciones sobre el proyecto planteado, para contribuir a la práctica saludable de este deporte.

Por medio de la investigación se busca conocer el tipo de huella plantar que presentan los atletas y determinar si hay cambios significativos en la práctica de una rama de la disciplina y otra, logrando beneficiarse tanto la Federación Deportiva de Napo como los deportistas de la disciplina que practican el atletismo, obteniendo resultados científicos de los deportistas que abalen su participación y logros obtenidos. Por otro lado, se beneficiarán los estudiantes de terapia física ya que queda la apertura a seguir realizando investigaciones sobre este tema.

Por ello aludo que el proyecto realizado es innovador ya que no existe información relevante sobre este tema dentro de la provincia de Napo y Ecuador, ni estudios realizados para conocer el tipo de arco plantar que incide en los deportistas de la disciplina antes mencionada que representan a la Provincia y así nos beneficiamos nosotros ya que nos ayuda a ampliar el conocimiento sobre los tipos de arco plantar y si existe diferencia de una rama de la disciplina con otra en su morfología plantar. Es viable ya que se da apertura para realizar la investigación en dicha institución antes mencionada y se cuenta con información relevante que sustenta el proyecto de investigación.

CAPÍTULO II

2.1.- ESTADO DEL ARTE

“ALTERACIONES DE LA HUELLA PLANTAR EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA REALIZADA”

Estudio elaborado en la Universidad de Jaén en España en el 2013 referente a la característica de la huella plantar en tres grupos de 33 mujeres de 21 a 23 años de edad, distribuidos en 11 jugadoras elite de fútbol sala, 12 jugadoras elite de hockey hierba y 10 mujeres sedentarias que colaboraron en el estudio, cuyo objetivo era describir las características de la huella plantar con distintos tipos de actividad física que realizan en 6 semanas. Se efectuó la inspección y obtención de la huella plantar de ambos pies mediante fotopodograma utilizando papel fotográfico ILFORD, líquido revelador y fijador. Se analizó la huella plantar mediante el método Hernández Corvo, el IA, el SH en el programa *AutoCAD 2007*, También se han medido el ángulo tibio-calcáneo y el AE de forma manual para la medida del escafoides.

Los resultados demostraron modificaciones en las huellas plantares de las jugadoras de hockey, según el método de Hernández Corvo, con tendencia a aplanarse. En las de fútbol sala sólo se observaron diferencias en un pie. Por el contrario, las sedentarias no presentaron modificación de la huella plantar. Por lo tanto esta investigación concluye que la práctica continuada de actividad física y deportiva ha provocado modificaciones diferentes en la huella plantar de los jugadores estudiados en función de la disciplina practicada. Estas modificaciones han sido debidas a que la técnica es diferente en cada una de las disciplinas. Tomando en cuenta que hubo una población carente y a que el periodo de intervención no fue suficiente para que se mostraran las diferencias entre los tipos de pies de los distintos grupos. (12)

“RELACIÓN DE LA POSTURA DEL PIE CON LAS LESIONES MÁS FRECUENTES EN ATLETAS. UN ESTUDIO PILOTO”

Estudio realizado en España Plasencia (Cáceres) en 2015, en la II Carrera de maratón de 20km en la montaña con terrenos irregulares donde se obtuvo de muestra 40 corredores 29 hombres y 11 mujeres cuyo objetivo era determinar si la postura del pie estaba relacionada con lesiones en corredores populares para obtener la postura del pie. Se realizó midiendo los 6 criterios del FPI (FootPostureIndex), en la cual se obtuvo como

resultados que 23 corredores presentaron el pie derecho neutro (57,5%), mientras que en el izquierdo fueron 24 (60%). Los pies pronados representaron entre el 20-25%. Sólo un pie izquierdo presentó una postura altamente supinada.

Esta investigación concluye que el patrón de normalidad del pie en los corredores de fondo amateur es la postura neutra del pie, mientras que la fascitis plantar por lo general se encuentra en casi la mitad de los corredores que presentan pies pronados (6)

“POSTURA ESTÁTICA DE MIEMBROS INFERIORES Y HUELLA PLANTAR DE DEPORTISTAS DE LA LIGA CAUCANA DE ATLETISMO”

Estudio realizado en la Universidad del Cauca en Colombia en agosto del 2013 a 2014 ejecutado en los deportistas de la Liga de atletismo Caucana, cuyo objetivo era determinar las alteraciones posturales de miembro inferior y la huella plantar en 20 deportistas, 16 hombres y 4 mujeres que se encontraban en una edad promedio de $18,75 \pm 2,80$, a los cuales se realizó evaluación de la postura estática con el software APIC 2.0, análisis de la huella plantar según los parámetros de Hernández Corvo, análisis del ángulo tibio-calcáneo, ángulo del arco longitudinal. En los resultados se obtuvo que hay un predominio de genu varo en ambas rodillas 65%, asociado a la rotación interna de la patelas y un ángulo Q incrementado, al evaluar la huella plantar según el método de Hernández Corvo se determinó que el pie cavo es el que presenta mayor frecuencia, los deportistas (derecho 55% e izquierdo 35%), con un incremento del ángulo tibio-calcáneo en 85% de la población, en el método de Dahle se evidenció en el pie derecho un predominio de cavo extremo 50% y el pie izquierdo cavo 55%. La investigación concluye que el deporte es una causa que genera tensión en los miembros inferiores implicando un incremento del ángulo Q y las manifestaciones orientadas al aumento del arco longitudinal del pie. (10)

“ANÁLISIS DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LAS PATOLOGÍAS MÁS FRECUENTES EN LOS ATLETAS”

Estudio realizado en la Universidad de Barcelona España en el 2015 con una población de 11 corredores, 3 mujeres y 8 hombres con una edad comprendida entre 32 y 57 años de edad que participaron en una carrera de 30 km, cuyo objetivo era comprobar si existen alteraciones de la huella plantar en los corredores después de realizar la actividad deportiva relacionándolo con las lesiones más frecuentes. Los corredores

entrenaban una media de 3,27 días a la semana, 11,27 km al día a una velocidad de 9,59 km a la hora. Entre ellos, 6 habían sufrido algún tipo de lesión: gonalgias, pubalgias, ciatalgias y calambres. Para la toma de huellas plantares, antes y después de la carrera utilizaron el pedigrafo en ambos pies. Después de analizar todos los resultados se obtiene 6 pies neutros y 5 pies cavos. En los pies neutros se apreció un aumento de apoyo en medio pié y zonas del ante pié y una reducción del apoyo en el retropié, medio pié y zonas del ante pié, por otra parte, en los pies cavos se apreció un incremento y una disminución del apoyo en retropié, medio pié y zonas del ante pié. La investigación concluye que se producen cambios significativos en la huella plantar después de la carrera debido a la fatiga después de realizar este tipo de actividad física. (13)

“INFLUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA SOBRE LA HUELLA PLANTAR EN ATLETAS ESPAÑOLES”

Estudio realizado en las provincias de Jaén, Málaga, Granada, y Murcia en España en el 2014 cuyo objetivo fue conocer la mutualidad entre el entrenamiento de los deportistas con las características de cada pie para ello se obtuvo de muestra las huellas plantares mediante el escaneado podálico Podoscanalyzer® y el software de reconocimiento y comparación baropodométrica Miletrix® de tres grupos de deportistas 28 velocistas, 29 fondistas, 47 nadadores y de 67 sujetos no entrenados “sedentarios”. En los resultados del índice podálico, metatarsal, modiopodálico y calcáneo se notó que fue inferior en el Grupo de control respecto a las modalidades deportivas (sedentarios vs. todos = $p < 0,001$), no hallándose diferencias significativas entre las diferentes modalidades atléticas ($p > 0,05$). La prevalencia de pie tipo egipcio fue significativamente superior al resto en todos los grupos ($p < 0,05$). También se puede apreciar como existe una tendencia hacia el tipo de pie cavo, pero sin llegar a ser significativa.

El estudio concluye que el entrenamiento regular de los deportistas en velocidad, fondo y la natación, no ejerce una influencia significativa en la curvatura del arco plantar ni presentan un tipo de pie específico cada disciplina deportiva. (14)

“STATIC FOOT POSTURE ASSOCIATED WITH DYNAMIC PLANTAR PRESSURE PARAMETERS”

Estudio realizado en Estados Unidos escrito en la revista Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy en el 2014 cuyo objetivo era explorar posibles asociaciones

entre el índice de postura del pie (FPI-6). Las puntuaciones compuestas y mediciones de la presión plantar dinámica, y para describir cada una de las 6 subescalas y las puntuaciones compuestas FPI-6 a través de la muestra. En la cual se encontraron 1000 participantes de los cuales 566 hombres y 434 mujeres adultos con una edad promedio de 30,6 años se compararon mediante la FPI-6 y una plataforma de presión basada en la capacitancia. Se realizaron análisis de correlación y regresión paso a paso jerárquico para determinar el conjunto más parsimonioso de dinámica asociada con FPI-6 puntuaciones. En los resultados se obtuvo que 669 participantes (66,9%) tienen un tipo de pie neutral, el 220 (22%) y 13 (1,3%) se clasificaron que tienen un pie en pronación o altamente pronación y sólo el 93 (9,3%) y 5 (0,5%) participantes fueron clasificados que poseen un pie en supinación. Esta investigación concluye que existe mayor número de participantes con un tipo de pie neutral y que los individuos con un pie en pronación tendían a demostrar un aumento en área de contacto media del pie relativo en relación con el área de contacto del pie truncado y un aumento del área de contacto en la región del primer metatarso también se asociaron con un aumento de la presión media del dedo gordo durante la marcha, mientras que los individuos con un pie en supinación se asociaron con un aumento de fuerzas en la región de metatarsianos 3, 4, y 5, y el aumento de la presión media del primer metatarsiano, durante la marcha. (9)

2.2.-MARCO TEORICO

EL ATLETISMO

La procedencia del atletismo es tan antigua como el nombre de correr, saltar, tirar que son actividades motrices básicas de toda persona, el atletismo es un grupo más la suma de especialidades que se han agrupado bajo este nombre general. Si bien constituyen un solo deporte, su historia, sus técnicas, sus formas de entrenamiento y las características de cada especialidad son sustancialmente diferentes. (1)

El salto largo o también conocido como salto de longitud es una de las ramas del atletismo la cual consiste en realizar un salto posteriormente a una carrera corta para tomar impulso en un área específica, para realizar su salto luego de la carrera existe una línea que marca el límite de carrera también conocida como plancha de salida, la cual si el atleta pasa esta línea su salto será errado, el atleta luego de la carrera de impulso realizara su salto en sentido longitudinal dentro de una especie de pileta con arena lo

cual amortigua la caída del salto, su marca de salto será medida desde la línea que marca el límite de carrera y el último apoyo en la piletta de arena. (1)

Las carreras de fondo son pruebas cuya distancia es superior a 3000 metros. Estas pruebas se realizan tanto en la pista del estadio de atletismo como en terrenos irregulares. La resistencia a la fatiga y el dolor, asociada con una buena aceleración final son cualidades necesarias para los fondistas. (15)

En términos generales, se habla de atletismos para referirse a un conjunto de pruebas que, con carácter individual o colectivo, se basan en tres actividades que son: la carrera, el salto y el lanzamiento de objetos el cual contiene en todo momento una modalidad competitiva; los resultados se valoran con arreglo a unidades de tiempo, medida y distancia. La importancia que el atletismo ha adquirido queda bien reflejada en el hecho de que suele considerarse el más importante de los deportes incluidos en los programas oficiales de los Juegos Olímpicos. (15)

EL PIE

La extremidad más distal del miembro inferior es el pie, la cual es una estructura con un diseño que nos ayuda a aguantar el peso corporal de nosotros. Es un sistema dinámico, pero con menor rango de movilidad que la de la mano.

El pie del ser humano, con sus 28 huesos, 55 articulaciones, múltiples ligamentos, músculos, piel y uñas es una estructura que cumple de forma perfecta las exigencias múltiples de apoyo y locomoción que requiere el cuerpo humano, al igual que realiza movimientos aún más complejos dependiendo la adaptación del organismo. (16)

Las funciones principales del pie son 3:

- Una función amortiguadora de presiones la cual al correr soporta y amortigua el impacto de cada individuo.
- Función de equilibrio mediante la cual se lleva a cabo a costas de la articulación del tobillo con los huesos metatarsianos del ante pie y los ligamentos laterales que actúan en forma de faja sujetando la articulación.
- Función motora mediante la cual se da el impulso necesario para realizar las actividades de caminar, correr y saltar. (16)

Según el Dr. Christian Álvarez Camarena y Walterio Palma Villegas nos mencionan que para dividir el pie de una forma didáctica el pie se le divide en tres unidades anatomofuncional:

El retropié, que se encuentra formado por el astrágalo, que a su vez se articula con el calcáneo y forma la articulación subastragalina que es el punto de apoyo posterior del pie.

El medio pié, constituido por el escafoides, que se articula con la cabeza del astrágalo, el cuboides que se articula con el escafoides y las bases de los metatarsianos.

El ante pié, formado por los cinco metatarsianos y sus respectivas falanges: proximales, medias y distales con las que constituyen la superficie del ante pié. (16)

Se encuentra una bóveda en la parte media del pie que se forma por la distribución de todos los huesos entre sí que le da al pie una gran resistencia para la carga del peso y el esfuerzo mediante el apoyo de tres puntos que se conoce como trípode podálico.

Dicha bóveda tiene la similitud de un triángulo equilátero ya que sus puntos de apoyo están implicados en la zona de contacto con el suelo formando lo que se denomina huella plantar.

Los puntos de apoyo y contacto con el suelo son la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y la apófisis del calcáneo.

De dichos puntos desencadena la constitución de tres arcos, los cuales son: el arco externo, el arco transversal o anterior y el arco interno o longitudinal el cual es el más largo y alto, además que desde el punto de vista tanto estático como dinámico es el más importante de los tres y clínicamente es el único visible. (17)

El arco longitudinal o interno se compone de cinco huesos que son: el primer metatarsiano, que el apoyo de su cabeza es el cual reposa en el suelo; la primera cuña, el cual no presenta contacto con el suelo; el escafoide tarsiano, considerado como el esencial en la formación de la bóveda plantar y cuando la persona tiene una edad adulta

presenta una elevación de 15 a 18 mm por encima del suelo; el astrágalo, mediante el cual los impulsos que proviene de la pierna son distribuidos a través de la bóveda plantar; y por último, el calcáneo, que reposa en el suelo por su extremo posterior. (16)

El arco externo incorpora a tres huesos: el quinto metatarsiano, sobre cuya cabeza reposa el apoyo anterior; el cuboides, que se localiza en suspensión, sin contacto con el suelo, y el calcáneo cuyas tuberosidades posteriores constituyen el punto de apoyo posterior. Este arco es rígido en comparación al arco interno, por lo cual permite transferir el impulso motor de forma adecuada al tríceps sural, en su mayor parte potenciado por el gran ligamento calcáneo-cuboideo plantar, cuyos fascículos profundo y superficial impiden que las articulaciones calcáneo-cuboideo y cuboideo-metatarsiano se rompan por su parte inferior, bajo la influencia del peso del cuerpo. (16)

El arco anterior o transversal presenta como puntos de apoyo las cabezas del primer y quinto metatarsiano, por lo cual no presentan contacto con el suelo las cabezas de los otros tres metatarsianos como sería lógicamente. Sin embargo, existe un desbalance de los músculos intrínsecos del pie en muchas patologías lo que ocasiona el decaimiento de este arco, lo que asiste a la formación de los dedos en garra y a la aparición de callosidades plantares de dolor variable. (16)

Los impulsos mecánicos se transmiten mediante la disposición de las trabéculas óseas en el cual las trabéculas que nacen en la cortical anterior de la tibia recorren oblicuamente hacia atrás y abajo para repartirse en el abanico subtalámico en dirección al estribo posterior del arco, mientras en aquellas que se originan de la cortical posterior de la tibia se orientan hacia adelante y hacia abajo en el cuello y cabeza del astrágalo para atravesar el escafoides, la cuña y el primer metatarsiano. (18) (17)

La concavidad del arco interno es dada gracias a los ligamentos y a los músculos que actúan como tensores, principalmente el tibial posterior, el peroneo lateral largo, el flexor del primer dedo y el aductor del primer dedo. Por el contrario, el extensor propio del primer dedo, así como el tibial anterior tienden a extender. (16)

La participación de la carga sobre los tres puntos de apoyo del pie no es de forma uniforme; se considera que en posición erguida, vertical e inmóvil, el peso se distribuye

en un 50% hacia el calcáneo y el otro 50% se divide: un tercio sobre el apoyo antero externo y los dos tercios restantes sobre el apoyo antero interno. (16)

Por el efecto de la carga los arcos sufren modificaciones, principalmente el arco longitudinal, el cual por la laxitud de los ligamentos puede descender, también por falta de tensión muscular, lo que ocasiona un desplazamiento de la cabeza del astrágalo hacia adentro, el eje del pie posterior se desvía hacia adentro, mientras que el eje del pie anterior lo hace hacia afuera, el pie posterior gira en aducción-pronación y ligera extensión. Mientras que el pie anterior efectúa una desviación en flexión-abducción-supinación, lo que genera el pie plano valgo elástico de la infancia. (17) (19)

En el arco externo asimismo se producen desplazamientos verticales del calcáneo; el cuboides, por su parte, se declina junto con la estiloides del quinto metatarsiano con un regreso del talón y adelanto de la cabeza del quinto metatarsiano. El arco anterior o transversal se aplanan y se extiende a cada lado del segundo metatarsiano. La distancia entre los metatarsianos aumenta significativamente, de modo que esta distancia se ensancha aproximadamente 12 mm en el pie adulto sometido a carga. (16)

Los ligamentos articulares son componentes estáticos del pie que mantienen unidos los distintos huesos entre sí para darle soporte a los arcos. La estabilidad estática la dan los ligamentos, mientras que la estabilidad dinámica es generada por los músculos, que proporcionan resistencia y movimiento. Si se mantienen en equilibrio las fuerzas evertoras con las invertoras manteniendo el pie un buen balance y con ello la altura fisiológica normal de sus arcos. (20) (16)

TIPOS DE HUELLAS PLANTARES

PIE PLANO: Es aquel en el cual se produce la pérdida o hundimiento de la bóveda plantar. Va acompañado de valgo talar y asociado a una disminución destacable del arco longitudinal interno durante la fase de apoyo. (21) (38)

Etiología

En las personas con pie plano el talón se desvía hacia afuera e independientemente de su etiología todos los pies planos presentan sus deformidades iguales (21)

1. Alteraciones óseas

➤ Malformaciones congénitas:

- Astrágalo vertical: Se le conoce como pie en mecedora y requiere de tratamiento quirúrgico, se observa una luxación rígida de la articulación astrágalo-escafoidea que por ende produce deformidad, dolor, rigidez y convexidad plantar.
- Sinóstosis óseas: Se produce por uniones entre los huesos por lo general entre calcáneo - astrágalo y el calcáneo - escafoides. Cursa con retracción tendinosa y dolor subastragalino.
- Escafoides supernumerarios: se encuentra más de un escafoides, por lo cual el tendón del tibial posterior se inserta en el escafoides supranumerario en vez del original, generando así insuficiencia del mismo.

➤ Secuelas traumáticas (aplastamiento del calcáneo, rotura del tendón del tibial posterior).

➤ Enfermedades óseas.

2. Alteraciones cápsulo-ligamentosas:

- Pie plano laxo o infantil: se produce por la laxitud
- Pie plano por alteración endocrina: típico de mujeres, suele haber obesidad y laxitud. Al pie plano flexible se le denomina así porque el niño puede presentar el arco, sin embargo, cuando apoya el pie en el piso este se deprime, se abate, y esa es la característica principal.(40)
- Pie plano en la artritis reumatoide: la enfermedad también altera los ligamentos.

3. Alteraciones neuromusculares:

- Disfunción del tibial posterior: el tibial posterior mantiene la bóveda plantar, en casos de inflamación o degeneración puede darse pie plano.
- Retracción del tendón de Aquiles
- Poliomielitis y parálisis espástica (21)

Anatomía patológica, clasificación morfológica.

Como ya se menciona es similar todos los pies planos que se caracterizan por:

- Disminución de la altura de la bóveda y valgo de talón.
- A nivel del retropié se observa: Descenso del astrágalo, desplazamiento adelante y adentro. Valgo del talón y Lesiones del tibial posterior como son la paratendinitis, engrosamiento, tendinosis y rotura.
- A nivel del ante pie que se observa supinación y abducción. (21)

PIE CAVO: Es aquel que a la altura de la bóveda plantar presenta un aumento anormal.
(21)

Etiología

La alteración de la morfología del pie según la etiología del pie cavo puede ser:

1. **De origen neurológico:**
 - Domina el factor paralítico como es en la poliomielitis
 - Domina el factor espástico como es en la Enfermedad de Friedreich
2. **Según las alteraciones osteoarticulares:**
 - Pie cavo congénito
 - Pie cavo adquirido por acciones mecánicas externas como son: agudas (traumatismos) y persistentes (el calzado).
 - Pie cavo por enfermedades osteoarticulares como es la artritis reumática
3. **Por retracciones de partes blandas:**
 - Cicatrices plantares retractiles
 - Enfermedad de Ledderhose
 - Lesiones vasculares (21)

Siempre que se encuentre un pie cavo hay que ver si el paciente presenta una alteración neurológica, en la mayoría de las veces el pie cavo se asocia a la espina bífida y alteraciones de la medula espinal.

Anatomía patológica, clasificación morfológica.

1. **En el plano sagital**
 - **Pie cavo posterior:** Se aprecia la caída del talón por insuficiencia del tendón de Aquiles como consecuencia de una verticalización del calcáneo. (21)

- **Pie cavo anterior:** Se aprecia la caída del ante pié y es la más frecuente. El talón es normal, el cavo se produce por una excesiva declinación de los metatarsianos, la carga del peso se produce sobre la cabeza de los metatarsianos, por lo cual se producen úlceras. (21)
- **Pie cavo mixto:** Se produce la verticalización tanto del calcáneo como de los metatarsianos. (21)

2. En el plano transversal

- **Según la dirección del talón:** pie cavo varo que es desviación más auténtica del pie cavo específicamente en los pies neurológicos, pie cavo valgo que es muy frecuente y clasificado por Lelièvre como autentico pie cavo pero que clínicamente se considera pie plano y pie cavo con el talón recto o vertical que tiene una forma de inicio, pero con desnivelación atenuada. (21)
- **En la porción media del tarso:** pie cavo de primer grado donde se observa el descenso de la amplitud de la impresión plantar en el tercio medio del pie y pie cavo de segundo grado en la cual desaparece la impresión plantar. (21)
- **En articulaciones metatarsofalángicas:** Se produce los dedos en garra por un cavo muy pronunciado, se sufre por el calzado muy pequeño. (21)

PIE NORMAL: Se asocia normalmente al corredor universal en la cual no presenta alteraciones ni problemas biomecánicos notables. (21)

BIOMECÁNICA DEL PIE

El hombre se elevó y adoptó una postura erecta y bípeda gracias a los pies, para poder realizar sus actividades cotidianas con sus manos como son poder coger y escoger las cosas, tocar, explorar y elaborar.

Es muy complejo y difícil de crear y estudiar al ser humano ya que la ingeniería robótica todavía no ha conseguido la fabricación de un robot que realice la marcha con la misma armonía y sincronización que una persona normal y lo más difícil con las alteraciones estructurales y patologías que nosotros presentamos.

La planta del pie es como el segmento de una rueda, en la que de forma progresiva, constante y secuencial va apoyando sobre el suelo. (22)

En la mal llamada fase de despegue o de propulsión, el pie se eleva del suelo con los dedos en hiperflexión dorsal, que se continúa en la fase de oscilación o fase gravitatoria hasta el 15% según F. Plas, E. Viel y Blanc, con el choque de talón. La pierna que está en contacto con el suelo queda en posición neutra a flexión dorsal al pasar la pierna oscilante gravitatoria por el centro de gravedad, con la extensión de la rodilla realizando el movimiento helicoidal en rotación externa.

La fase de la marcha se inicia con un movimiento premotor (presumiblemente a nivel de S1 - S2) con un desplazamiento anterior y lateral del cuerpo, la triple flexión de la cadera, rodilla y flexión dorsal del primer dedo (Músculo Extensor Propio del Primer Dedo) flexión dorsal de los dedos, (Músculo Extensor Común de los Dedos), y la flexión dorsal, adducción y supinación del antepié, (Músculo Tibial Anterior), estos músculos elevan el antepié, mantienen la pierna y el pie estabilizado hasta la primera fase descrita bibliográficamente, como el choque de talón. El músculo Tibial Anterior actúa de forma amortiguadora ya que disipa las fuerzas de impacto del antepié en su caída con el fin de evitar los microtraumatismos sobre las cabezas metatarsales.

El centro de gravedad en el ser humano es el punto donde se aplica la resultante de las fuerzas gravitatorias que actúan en los diversos puntos del cuerpo humano, este centro es inconstante según los diversos autores, el que más coincide descrito se halla situado en la columna lumbar entre las vértebras lumbares L4- L5. (22)

Eje de gravedad

Es una línea que conecta el centro de gravedad del cuerpo humano tanto en estática como en dinámica con el centro de la tierra, pasa por el centro de gravedad.

Base de sustentación

Es el polígono de sustentación, en el cual están ubicados ambos pies, limitado por el borde externo de ambos pies, la línea que une la porción posterior de ambos talones y la línea anterior y distal de los dos antepiés.

En posición bipodal

Para que el cuerpo se halle en equilibrio estable, el eje de gravedad debe caer dentro de dicha base de sustentación (Centro ínter astragalino).

Posición monopodal

Para que el cuerpo se halle en equilibrio estable el eje debe caer sobre el trípode de suspensión monopodal, es decir, sobre el cuello astragalino posterior que se halla en apoyo monopodal forzando una pronación de articulación medio tarsiana.

En la estación bipodal

En posición de firmes con apoyo simétrico de ambas piernas, el peso de la masa corporal superior (cabeza, tronco y miembros superiores) se transmite vertical y directamente proporcional por igual sobre ambas caderas.

En la estación monopodal

La transmisión de este peso corporal aumenta la velocidad mecánica considerablemente, pues, además, todo este peso corporal gravita sobre una cadera. Existen unas fuerzas musculares que impiden la caída de la pelvis. La cadera actúa de fulcro para la reorientación del equilibrio del cuerpo y está sometido a continuas contracciones musculares involuntarias. (22)

Precisando estos conceptos, también puede decirse que el centro de gravedad es el punto donde se considera concentrada la masa del cuerpo, en la intersección de los tres planos: sagital, frontal y horizontal. En el hombre está a la altura aproximadamente del 60 % de la estatura, en posición anatómica, y va variando cuando se realiza un movimiento a partir de dicha posición. El centro de gravedad en posición bípeda, anatómica, se proyecta entre ambos pies, en la parte anterior de estos; por esa razón el cuerpo tiende a caer hacia adelante. Para evitar que el cuerpo caiga, un grupo de músculos, entre ellos los gastrocnemios o gemelos, cuádriceps, glúteos y los paravertebrales, se contraen de forma isométrica, manteniendo el tono muscular, por esta razón a estos músculos se les denomina “anti gravitatorios”. En cuanto a la base de sustentación, es el plano que circunscribe a las partes del cuerpo en contacto con la superficie de apoyo, es decir está determinada por el área de apoyo; así se define que un cuerpo está en equilibrio cuando

la proyección de su centro de gravedad cae dentro de la base de sustentación. Por el contrario, cuando esta línea de proyección del centro de gravedad cae afuera, el cuerpo pierde el equilibrio. (23)

Para esclarecer más el concepto de equilibrio se expresa que es el estado de un cuerpo en reposo o en movimiento a velocidad constante. Un cuerpo está en equilibrio cuando sobre su centro de gravedad está aplicada una fuerza igual y opuesta a su peso y la suma de las fuerzas como de los momentos de fuerza sea igual a cero. El equilibrio define el estado de un cuerpo o sistema cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es nula. El equilibrio puede ser: estable, inestable o indiferente. El equilibrio es estable si el cuerpo, siendo apartado de su posición de equilibrio, vuelve al lugar que antes tenía, por efecto de la gravedad. En este caso el centro de gravedad está debajo del punto de suspensión. Ejemplo: Un gimnasta colgado de la barra fija. El equilibrio es inestable si el cuerpo, siendo apartado de su posición de equilibrio, se aleja por efecto de la gravedad. En este caso el centro de gravedad se encuentra más arriba del punto o eje de suspensión. Ejemplo: Un gimnasta en parada de manos. El equilibrio es indiferente si el cuerpo siendo movido, queda en equilibrio en cualquier posición. En este caso el centro de gravedad coincide con el punto de suspensión. Ejemplo: Una rueda en su eje. La velocidad del movimiento está estrechamente ligada con los requerimientos de equilibrio. Por Ej. Es más fácil mantener el equilibrio en una bicicleta mientras está en movimiento que cuando está detenida. En relación con la estabilidad de un cuerpo, en la práctica se comprueba que: A mayor base de sustentación, mayor estabilidad. Cuanto más bajo está el centro de gravedad, mayor estabilidad. Cuanto más cerca del centro de la base de sustentación caiga la línea de gravedad, mayor estabilidad. (23)

EL PIE EN LOS DEPORTISTAS

La biomecánica del apoyo en el suelo y, consecuentemente, las fuerzas de reacción en la realización de una determinada actividad física, varían en función de diferentes factores, tanto intrínsecos de la persona como son la técnica de realización del movimiento y la posible fatiga, la influencia de laxitud ligamentosa entre otros, como extrínsecos que son factores externos de la persona como son el calzado, el suelo y la implementación deportiva. Para un mejor rendimiento deportivo es de vital importancia la indumentaria adecuada. (24) (37)

Estos factores, y los cambios que provocan en el patrón de la marcha, pueden ser transitorios o permanentes y su estudio ha permitido observar que los atletas son capaces de modificar y corregir defectos en la marcha, carrera o nado con el fin de mejorar el rendimiento, prevenir lesiones, o como método de recuperación de las mismas (25)

Las características de la sustentación y la locomoción humana responden a la constante influencia de la fuerza de gravedad conjuntamente con otras fuerzas externas y las fuerzas internas, esencialmente, la tracción muscular. (23)

Las extremidades inferiores representan factores de la conducta bípeda del hombre, de su estabilidad mayor o menor, incidiendo en ello el incremento dispar en sus longitudes o las llamadas “dismetrías” (23)

En cuanto a las alteraciones del apoyo plantar, generalmente están asociadas a las diferencias funcionales en las extremidades inferiores. Las formas de clasificación de las huellas o impresiones del apoyo plantar, pueden identificar las particularidades de cada pie o del conjunto de las extremidades inferiores. Las modificaciones en las formas del apoyo condicionan también cambios y alteraciones en las extremidades inferiores de un sujeto y en su eje vertebral. (23)

Durante la práctica deportiva se ven incrementadas las sollicitaciones mecánicas del pie, lo que puede llevar incluso a una modificación temporal de la huella plantar, tal y como se ve reflejado en Meana (26) o en Robbins y Hanna, que describen descensos desde 119,4 cm² hasta 112,4 cm² en la superficie de apoyo del pie, en un grupo de atletas recreacionales, después de 48 días realizando su entrenamiento habitual de carrera. (27) Según Sirgo *et al.* es lícito pensar que estas adaptaciones biomecánicas agudas ante el esfuerzo tomen con el tiempo forma de adaptaciones crónicas, según la modalidad deportiva practicada. (28)

El deportista utiliza, según su morfotipo y la necesidad del deporte a nivel de sus pies, distintos sistemas adaptativos como son:

- pie de apoyo: estabiliza y refuerza su equilibrio;

- pie direccional: mejorar la precisión;
- pie frenador: frena y controla el movimiento;
- pie propulsor: acelera el movimiento.

En una exploración física se debe observar el tipo de pie que presenta como puede ser cavo, plano, valgo o varo, identificar cuál es el pie de apoyo, el pie direccional, el pie frenador y el pie propulsor. (12)

El pie plano en el deporte tiene mucho que ver en cuanto al desempeño del deportista. Normalmente el tener el pie plano nos puede dar ventajas o desventajas en la práctica de determinados deportes. Por ejemplo, en la práctica de la carrera puede ser un factor que nos afecte nuestro rendimiento.(39)

En la búsqueda de incrementar la longitud de zancada, los marchadores realizan una mayor flexión dorsal del tobillo en el instante del contacto del pie, mayor flexión plantar en el despegue y la rodilla mantiene una posición de hiperextensión durante el apoyo, cuyo efecto de elevación del centro de gravedad tiene que ser compensado con una inclinación lateral de la pelvis. (29)

MÉTODO, TÉCNICA Y EVALUACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR

Hoy disponemos de medios ópticos cinemáticos e informáticos para decir que las fases de la marcha son tantas como la cadencia y la velocidad del paso en la que el pie, está apoyado en el suelo al efectuar el paso. (24)

Existe una gran cantidad de métodos para cuantificar la huella plantar y establecer una clasificación del tipo de pie, pero muchos no están aceptados ni validados (30)

La técnica más frecuente para registrar la impresión plantar es por entintado de las plantas de los pies, donde los contornos quedan bien definidos y pueden apreciarse las zonas de mayor y menor presión durante el apoyo. (23)

Las impresiones plantares reflejan las reacciones del pie ante las cargas debido a la sustentación, soporte de pesos y locomoción del individuo. Su huella plantar es parte de la función de apoyo. Su evaluación puede contribuir a la prevención, tratamiento y

rehabilitación de lesiones y deformidades, así como a la selección de talentos y al control biomédico del deportista. (23)

El análisis correcto de la huella plantar facilita el diagnóstico para conocer el tipo de pie que presentan:

En el pie normal se aprecia un arco longitudinal interno y una huella plantar bien definida con una zona del ante pie ancha y una zona del retropié unidas por una zona externa más estrecha en el medio pie que se conoce como istmo. (31)

En el pie cavo en vínculo con la huella plantar normal se caracteriza por una prominencia convexa del borde externo y por un aumento de la profundidad el borde interno dividiendo la huella en dos; en el caso de los pies cavos inveterados con las mismas característica, se incorpora la desaparición de la huella de los dedos debido a la garra que presentan los mismos. (31)

En cuanto al pie plano en vínculo con la huella plantar normal se da un aumento del arco interno y el pie plano finaliza en ocasiones por hacerse convexo en los pies planos inveterados. (31)

EL MÉTODO DE HERNÁNDEZ CORVO

El método de Hernández Corvo (HC), consiste en clasificar y organizar el pie según las medidas que se obtienen previos a la realización de una impresión plantar. Hay que notar que todos los trazos se realizan mediante líneas perpendiculares entre sí, es decir, formando ángulo de 90°. (23)

El procedimiento consiste en: marcar dos puntos, en las prominencias más internas de la huella (1 y 1'). Una vez hecho esto, se realiza el «trazo inicial» que es el que une ambos puntos. Después se marca otro punto en la parte más anterior de la huella (incluyendo los dedos) y en la parte más posterior otro (2 y 2'). Se trazan perpendiculares a estos últimos puntos respecto al trazo inicial. La distancia entre este trazo y el punto 1 es la «medida fundamental» y se ha de trasladar tantas veces como quepa en el trazo inicial (3, 4 y 5). Se traza una perpendicular a la línea 3, pasando por la parte más externa de la huella; otra perpendicular a 4 y otra a 5 pasando también por la parte más externa (6, 7 y

8 respectivamente). La distancia entre el trazo inicial y 6 es X (ancho del metatarso); la distancia entre 9 y 7 es Y (arco externo, superficie apoyo medio pié). **Ilustración 1**

Con las medidas resultantes y utilizando la Ecuación 2 se puede obtener el tipo de pie según el método de Hernández Corvo (1989). (32) **Ilustración 2**

En cuanto a los resultados se aplica la fórmula propuesta por Hernández Corvo (1989) y la clasificación de los resultados de las impresiones se expresa en valores porcentuales.

(32) **Ilustración 3**

$$HC \% = \frac{X - Y}{X} * 100$$

0 - 34,9%	= PLANA
35 - 39,9%	= PLANA / NORMAL
40 - 54,9%	= NORMAL
55 - 59,9%	= NORMAL CAVA
60 - 74,9%	= CAVA
75 - 84,9%	= CAVA FUERTE
85 - 100%	= CAVA EXTREMA

SOFTWARE KINOVEA

Es un software de análisis de videos e imágenes dedicado al deporte y concebido para observar, analizar, evaluar, hacer mediciones tanto en forma estática como dinámica y comparar vídeos de gestos deportivos, mejorando así su ergonomía, marcha, entrenamiento deportivo, etc. En la mayor parte de modalidades deportivas.

Permite la medición de tiempos, ángulos, trayectorias, perspectivas y coordenadas; reproducción a altas y bajas velocidades y la edición de diapositivas con comentarios textuales y marcas visuales en los fotogramas convenientes.

Este programa está dirigido para los profesionales médicos como fisioterapeutas, médicos deportologos también para entrenadores y atletas. (33)

La creación del programa se inició como un proyecto en septiembre de 2007, como un remplazo para Videia, una herramienta que se utilizaba antiguamente para realizar comparaciones entre videos en cámara lenta, pero solo leía el formato de videos AVI, lo que impulso a la creación de “Kinovea”, una nueva herramienta más sólida, con mejores funciones e utilidades. A la fecha, casi un año después, el proyecto continúa y han lanzado la versión 0.7.2, la cual trabaja con más de 8 formatos de video diferentes como: AVI, MPG, MOV, WMV, MP4, MKV, 3GP entre otros. Una vez cargado el video e imagen, se podrá aplicar cuadrícula y explorar cuadro por cuadro, pudiendo

realizar anotaciones, así como líneas de movimiento, ángulos de tiro, giros realizados por los atletas y agregar comentarios. También se puede añadir imágenes en vez de videos a los cuales podrás observar de forma estática y realizar tanto mediciones como poder sacar ángulos. (34)

2.3.-HIPÓTESIS

H0: Existe cambio significativo en la morfología del pie en los deportistas que practican salto largo y fondo

H1: No existe cambio significativo en la morfología del pie en los deportistas que practican salto largo y fondo

CAPÍTULO III

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación Perfil Morfológico del arco plantar en deportistas que practican la disciplina de atletismo en la Federación Deportiva de Napo es de tipo no experimental de correlación.

3.2 SELECCIÓN DEL ÁREA O AMBITO DE ESTUDIO

Esta investigación se realizará a los deportistas de la Federación Deportiva de Napo de la disciplina de atletismo que se encuentran en las ramas de salto largo y fondistas en una edad promedio de 9 a 23 años de edad, siendo un grupo heterogéneo de sexo masculino y femenino que no presenta perfil determinado en el estudio.

3.3 POBLACIÓN

Los participantes del estudio realizado se encuentran entre las edades de 9 a 23 años de edad. De sexo, peso y talla indiferente, que realicen por lo menos 5 veces por semana la práctica de la disciplina de atletismo.

El reclutamiento de los participantes se realizó en la pista atlética de la Federación Deportiva de Napo. Se interrogó a un total a 28 deportistas para conocer si presentaban las siguientes condiciones previas:

- Edad entre 9 a 23 años de edad
- Práctica deportiva por lo menos 5 veces por semana.
- Rama de la disciplina deportiva “salto largo y fondistas”.

De los 28 deportistas entrevistados 26 presentaban estas 3 características; Posteriormente se precedió a clasificar entre los que practican salto largo y los fondistas obteniendo 10 deportistas salto largo y 16 deportistas fondo. La edad media de los participantes fue de $13,9 \pm 3,7$ años de edad comprendida entre 9 y 23 años.

Criterios de selección de los participantes

Criterios de inclusión

- a) Individuos deportistas profesionales y amateurs
- b) Edad comprendida entre 9 a 23 años
- c) Deportistas que practican atletismo en las ramas salto largo y fondo por lo menos 5 veces por semana

Criterios de exclusión

- a) Deportistas que no practican el entrenamiento continuamente.
- b) Fractura de pie
- c) Cirugía de pie que cambien su morfología
- d) Luxaciones
- e) Practican otro tipo de deportes con la misma frecuencia

Diseño muestral

El tamaño de la muestra es pequeño porque no se encuentran muchos deportistas que practican estas ramas dentro del atletismo, además se incluirá un grupo control de 10 participantes que nos servirá para observar si existe cambios en la morfología del pie de las personas que practican deporte y personas que no practican ningún tipo de deporte y así poder realizar la comparación de resultados. Aunque la cantidad de deportistas para la muestra es pequeña se podrá realizar un estudio con resultados significativos.

Se le informará a cada participante que tiene derecho a renunciar el estudio si lo desea. Primero informará al investigador sobre su renuncia sin necesidad de emitir ninguna explicación y conociendo que no repercutirá la relación entre el ex participante y el investigador. Posteriormente, deberá firmar la hoja de renuncia, eliminando al voluntario de la investigación y no se incluirá ningún dato del ex participante.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Variable independiente:

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
SALO LARGO Y FONDO Son ramas de la disciplina de atletismo la cual requiera acondicionamiento físico, que brinda una respuesta de adaptación a la práctica de la disciplina.	Entrenamiento deportivo	Intensidad	Días a la semana, meses	continua	Encuesta	Ficha de recolección de datos
		Tiempo de entrenamiento	Días, horas	continua		

Elaborado por: Christian Carrillo

Tabla 2. Variable dependiente:

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
MORFOLOGÍA DEL ARCO PLANTAR Conjunto arquitectónico formado por elementos óseos y ligamentosos del pie que permite adaptarse a terrenos irregulares y actúa como amortiguador en los impactos de la marcha	Características de cada individuo	Genero	Masculino, femenino	nominal	Evaluación objetiva	Ficha de recolección de datos
		Medidas estructurales	Edad, peso, talla, IMC	ordinal		
	Tipo de pie	Plantigrafía	Presión, desviaciones	nominal		
		Método Hernández Corvo	Plana, plana/normal, normal, normal/cava, Cava, Cava fuerte, Cava extrema	nominal		

Elaborado por: Christian Carrillo

3.5 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez aprobado el tema de investigación por el consejo directivo de la Facultad Ciencias de la Salud de la UTA y por el presidente de la unidad de titulación, además de estar diseñado el marco teórico y reclutado la muestra, se procederá a la intervención del estudio que consistirá en 3 visita semanales a los deportistas de la disciplina de atletismo durante 2 horas diarias de (15:00 a 17:00) por una semana. En esta visita se explicó detalladamente el objetivo del estudio y las acciones a realizar durante la intervención. Previo a la obtención de las huellas plantares mediante la plantigrafía se entregará la hoja de información y el consentimiento informado, además se les explica sobre la renuncia del estudio si así lo desean.

Luego de las explicaciones dadas sobre el estudio, para evaluar las variables a estudiar, utilizamos una ficha de recolección de datos enfocado en obtener principalmente los datos generales de cada uno de los participantes (Nombres, Apellidos, Sexo, Etnia, Edad, Peso, Talla, IMC, Disciplina y rama de la disciplina, días de práctica deportiva al igual que el tiempo que llevan practicando) siendo datos necesarios para el estudio. Posterior a la recolección de datos generales se procede a realizar la recolección de la huella plantar de cada una de los deportistas ocupando como materiales una cartulina negra por cada deportista estandarizando una medida de 32cm de largo por 30cm de altura, en la cartulina para podernos guiar el momento de utilizar el software Kinovea, luego se procedió a impregnar con talco en las plantas de los pies, consecutivamente se le pedio que apoye la planta de los pies de forma homogénea sobre la cartulina y posteriormente que retire los pie para arriba sin deslizar para que no se cree una doble imagen, a la muestra obtenida se añadió el nombre del participante y se procedió a capturar la muestra mediante una fotografía, para proceder a subirle al software digital Kinovea y procedente sacar las medidas exactas y poder tipificar el pie aplicando el método Hernández Corvo.

La población obtenida luego de los criterios de inclusión y exclusión fue de 36 deportistas aptos para el estudio, dividido en 3 grupos donde G1: 16 deportistas que practican fondo, G2: 10 deportistas que practican salto largo y G3: 10 jóvenes que

pertenecían al grupo control comprendidos con las mismas características (edad, peso, talla e IMC), pero que no realizaban práctica deportiva.

Posterior de digitalizar y tipificar los datos obtenidos se procede a contar y procesar a través de la estadística descriptiva para comprobar la hipótesis del proyecto.

Análisis estadístico

El análisis estadístico del estudio se realizó mediante el programa SPSS versión 22 para las variables del tipo de morfología de pie que tiene cada deportista en su respectiva rama deportiva.

Se realizarán mediante la prueba estadística de coeficiente de correlación de Pearson el valor será significativo cuando el valor estadístico sea menos <0.05 .

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

En la fisioterapia mediante el acuerdo deontológico, nos menciona que se respetará la intervención a los pacientes o participantes y será autorizada y consentida por el mismo. (35)

El profesional de Terapia Física deberá mantener en confidencialidad toda la información adquirida y solo se podrá divulgar con finalidades estadísticas sin dar a conocer datos personales. (35)

Nunca será discriminante ni limitante la aplicación de la fisioterapia o intervención, en cuanto a su nacionalidad, raza o política, nivel social, sexo o preferencias sexuales por ello se debe tratar a los pacientes por igualdad y sin ningún tipo de discriminación. (35)

Los participantes “deportistas” contribuirán con responsabilidad durante la investigación entregando la información de los datos obtenidos al investigador mediante el conocimiento informado.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación nos sirven para conocer si la práctica deportiva en la disciplina de atletismo altera la morfología del pie en los deportistas.

Los datos generales de cada uno de los deportistas y grupo control que participaron en la investigación fueron la edad, la estatura en metros, el peso en kg y el índice de masa corporal (IMC). Representado en la Tabla 3.

Grupos	Número de personas	Características			
		Edad	Estatura (m)	Peso (Kg)	IMC
Salto largo	10	11,4 ± 2,8	1,5 ± 0,1	40,6 ± 9,7	17,8 ± 1,8
Fondo	16	14,6 ± 4,0	1,6 ± 0,2	48,5 ± 15,2	19,6 ± 2,9
Grupo control	10	15,2 ± 3,0	1,6 ± 0,1	50,9 ± 12,2	19,8 ± 3,2
Total	36				

Tabla 3. Características generales

Tabla 3. Características generales donde se detalla el número de participantes por grupo, el promedio y la desviación estándar de la edad, la estatura, el peso y el IMC realizados en Microsoft Excel 2010.

CORRELACIÓN DE LAS RAMAS DE LA DISCIPLINA DE ATLETISMO Y EL TIPO DE HUELLA PLANTAR QUE PRESENTARON LOS DEPORTISTAS EN EL PIE DERECHO E IZQUIERDO.

Valor de P			
Disciplina	Tipo de pie	P-evalué	
		Der.	Izq.
Salto largo	Cavo	,774**	1
Fondo	Cavo	,544*	1

Tabla 4. Correlación entre salto largo - fondo y la morfología plantar

Análisis e Interpretación:

Se observa al realizar en el programa IBM SPSS 22 que existe una correlación significativa en un intervalo de confianza según la prueba de Pearson en los deportistas de salto largo del -0,01 que presentan pie derecho cavo. Mientras que en los deportistas de fondo hay una correlación significativa en un intervalo de confianza del -0,05 que presentan pie derecho cavo. En el pie izquierdo ambos grupos de participantes no existe intervalo de confianza.

PORCENTAJE DE LOS GRUPOS DE MUESTRA CON LOS DIFERENTES TIPOS QUE PRESENTAN

TIPO DE PIE	Salto Largo		Fondo		Grupo Control	
	PORCENTAJE		PORCENTAJE		PORCENTAJE	
	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.
Plano	10	0	25	6,3	0	0
Plano normal	0	0	0	6,3	0	0
Normal	20	40	50	31,3	20	20
Normal Cavo	20	0,0	12,5	31,3	20	20
Cavo	40	50	12,5	18,8	60	50
Cavo fuerte	10	10	0	6,3		10
Cavo extremo	0	0	0	0	0	0
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 5. Frecuencias en los diferentes grupos de muestra con el tipo de pie tanto izquierdo como derecho.

Análisis e Interpretación:

Se observa al realizar en el programa IBM SPSS 22 que en los deportistas de salto largo presentan con mayor frecuencia pie cavo un 40% en el pie derecho y un 50% en el pie izquierdo, en los deportistas de fondo se puede observar que en el pie derecho el valor más significativo es el 50% con un pie normal y un 31.3% tanto en pie normal y pie normal cavo. Mientras que en el grupo control de personas que no practican deporte con las mismas características del grupo de muestra, se observa que en el pie derecho un 60% presentan pie cavo y en el pie izquierdo un 50% presentan pie cavo.

4.2 CONCLUSIONES

- Se identificó en la investigación realizada que no existe relación alguna en el cambio de la morfología del pie en los deportistas de salto largo y fondo ya que en el grupo control las muestras obtenidas, sigue presidiendo el pie cavo, y esto se debe a que en el oriente muchas de su población infantil andan descalzos.
- Se analizó y determino que el tipo de huella plantar que predomina en los deportistas tanto de salto largo como fondistas es el pie cavo y normal-cavo, no existiendo diferencia significativa de una rama del atletismo con otra.
- Mediante la correlación realizada con la prueba de Pearson entre salto largo y el tipo de huella plantar se observó que existe una correlación significativa del -0,01 de pie derecho cavo, mientras que en la disciplina de fondo tubo una correlación del -0,05 de pie derecho cavo.

4.3 LIMITE DE ESTUDIO

- Población demasiado pequeña para la elaboración de la investigación.
- Falta de información del repositorio sobre el tema estudiado dentro de la biblioteca de Universidad.

4.4 DISCUCIÓN

Observando los resultados obtenidos en las medias de los parámetros medidos, observamos que tanto los deportistas de salto largo, fondo presentan pie cavo al igual que el grupo control y se pudo apreciar que si existe correlación de pie cavo derecho tanto en deportista que practican salto largo y deportistas que practican fondo, pero en nuestro estudio no existe diferencia significativa en los resultados obtenidos ya que los tres grupos investigados presentaron pie cavo, sin embargo esto creo que se deba al número de muestra pequeña recopilada para la investigación y a la región donde se realizó la investigación ya que la población del oriente por lo general usa como calzado sandalias o en su infancia andan descalzos.

Un Estudio elaborado en la Universidad de Jaén en España en el 2013 referente a la característica de la huella plantar en tres grupos, distribuidos en 11 jugadoras elite de futbol sala, 12 jugadoras elite de hockey hierba y 10 mujeres sedentarias que

colaboraron en el estudio, Los resultados demostraron modificaciones en las huellas plantares de las jugadoras de hockey, según el método de Hernández Corvo, con tendencia a aplanarse. En las de fútbol sala sólo se observaron diferencias en un pie. Por el contrario, las sedentarias no presentaron modificación de la huella plantar (12). Mientras que en este estudio realizado no se encontraron modificaciones en la huella plantar ya que los 3 grupos de esta investigación no presentaron diferencia en la huella plantar mediante la práctica deportiva y la población que no practica deporte al presentan pie cavo con mayor frecuencia.

Estudio realizado en la Universidad de Barcelona España en el 2015 con una población de 11 corredores, 3 mujeres y 8 hombres con una edad comprendida entre 32 y 57 años de edad, cuyo objetivo era comprobar si existen alteraciones de la huella plantar, después de analizar todos los resultados se obtiene 6 pies neutros “normales” y 5 pies cavos (6). Aunque la edad de los participantes del estudio realizado no tiene relación con este estudio el tipo de huella plantar cava se denota una presencia en la disciplina de atletismo. Al igual que en un estudio realizado en la Universidad del Cauca en Colombia en los deportistas de la Liga de atletismo Caucana, se encontró que en el pie derecho existía un predominio de cavo extremo 50% y el pie izquierdo un predominio de cavo 55%. (10) Ambos estudios realizados coinciden con los resultados expuestos en la investigación.

4.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Camarena C, Palma Villegas W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Ortho-tips. 2010 Diciembre; 6.(16)
- Benguerbi E, Isidro S, Campillo M, Bettan M, Doleux D, Pin P, et al. El pie en el deporte. EMC Podología. 2012 Oct; 14(4).(38)
- CAIRNS MA,BRG,PJC,&SSR. A biomechanical analysis of racewalking gait. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1986 Aug; 4(18): p. 446-453.(29)
- Delgado Abellán L. Morfología del Pié Infantil. Evolución y Ejercicio Físico. Tesis Doctoral Universidad de Castilla-La Mancha. 2015.(31)
- Hernandez Corvo R. Clínica Observacional Habana: Deportes; 2010.(36)
- Hernandez Corvo R. Morfología funcional deportiva - sistema locomotor Barcelona: Paidotribo; 1989.(32)
- IA K. Cuaderno de Fisiología articular. 3rd ed. Barcelona: Toray- Masson; 1980.(17)
- Lelievre J LJ. La cúpula plantar. En: Patología del Pie. 4th ed. Barcelona: Toray-Masson; 1982.(18)
- M. M. Biomecánica del vendaje funcional preventivo de. Tesis doctoral. 2002 diciembre; 1ª.(26)
- Morrissy RT WS. Lovell & Winter's Pediatric Orthopaedics. 6th ed.: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.(20)
- Mosca S. Flexible flatfoot in children and adolescents. Journal of Children's Orthopaedics. 2010 April;; p. 107–121.(19)
- Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. Gait and Posture. 2002 Jun; 3.(30)
- Robbins SE HA. Runing-related injury prevention through barefoot adaptations. Med Sci Sports Exerc. 1987 April; 19(148-56.).(27)
- Ruis Sant J. Metodología y Técnicas de Atletismo. Primera ed. Service SL, editor. Badalona España: Paidotribo; 2005.(37)
- Sirgo G. Problemática en la clínica diaria en relación a varios métodos de análisis de la huella plantar. Archivos de Medicina del Deporte. 1997.(28)
- Viel É. La marcha humana, la carrera y el salto : biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones Masson , editor. Barcelona: Masson; 2002.(25)
- Viladot Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie Barcelona: springer-verlag iberica; 2000.(21)

LINKOGRAFÍA

Acosta Arroyo. Estudian el pie Ecuatoriano. [Online].; 2013 [cited 2017 05 20. Available from: https://issuu.com/metro_ecuador/docs/20130802_ec_guayaquil. (11)

Berdejo-del-Fresno D, Lara Sánchez AJ, Martínez-López EJ, Cachón Zagalaz JyLDS. Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada / Footprint modifications according to the physical activity practised. [Online].; 2013 [cited 2017 05 12. Available from: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artalteraciones340.htm>. (12)

Burnfield J, Few C, Mohamed O, Perry J. The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults. [Online].; 2004 [cited 2017 05 14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14659934>.(4)

Cain LNLARBJ. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. [Online].; 2007 [cited 2017 05 20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16949867>.(8)

Catalunya CdFd. Código deontológico del fisioterapeuta (versión en castellano). [Online].; 2009 [cited 2017 Julio 05. Available from: <http://www.fisioterapeutes.cat/codideontologic/es/>. (35)

Chuter V, Janse de Jonge X. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. [Online].; 2012 [cited 2017 05 19. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22440758>.(7)

Fisioterapia K. Kinovea: Software Biomecánica Deportiva. [Online].; 2013 [cited 2017 07 01. Available from: <http://fisioterapia.blogspot.com/2013/02/kinovea-software-biomecanica-deportiva.html>.(33)

Gómez González MÁ, Cuevas García JC, Martínez Nova A, Pérez Muñoz J. Relación de la postura del pie con las lesiones más frecuentes en atletas. Un estudio piloto. [Online].; 2015 [cited 2017 05 15. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsecuador/resource/en/ibc-139226>.(6)

Iglesia del Sol Sdl. Análisis de la huella plantar y su relación con las patologías más frecuentes en los atletas. [Online].; 2015 [cited 2017 04 26. Available from: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69679/1/69679.pdf>. (13)

Javier Abián V, Alegre Durán M, Lara Sánchez AJ, Jiménez Linares , Aguado Jódar. Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. [Online].; 2005 [cited 2017 10 06. Available from: https://previa.uclm.es/profesorado/xaguado/INVESTIGACI%C3%93N/Curriculum%20laboratorio/articulos%20pdf/AbianJ_Fuerzas%20de%20reacci%C3%B3n%20del%20suelo%20en%20pies%20planos%20y%20cavos.pdf. (24)

Jokl P, Sethi P, Cooper A. Master's performance in the New York City Marathon 1983-

1999. [Online].; 2004 [cited 2017 05 14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15273172>.(2)

Korpelainen R, Orava S, Karpakka J, Siira P, Hulkko A. Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. [Online].; 2001 [cited 2017 05 11. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11394600>.(3)

León Pérez , Calero Morales , Chávez Cevallos. Morfología funcional y biomecánica deportiva. [Online].; 2016 [cited 20 06 2017. Available from: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11683/1/morfologia%20funcional.pdf>. (23)

Martínez-Amat A1, Hita-Contreras F, Ruiz-Ariza A, Muñoz-Jiménez M, Cruz-Díaz DyMLEJ. Influencia de la práctica deportiva sobre la huella plantar en atletas españolES. [Online].; 2014 [cited 2017 05 06. Available from: <http://cdeporte.rediris.es/revista/inpress/artinfluencia732.pdf>. (14)

Mocha Bonilla JA. El uso del kinovea (software de video análisis del movimiento) como herramienta para el desarrollo de los fundamentos técnicos individuales de los basquetbolistas juveniles del club importadora alvarado. [Online].; 2012 [cited 2017 07 03. Available from: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2666>. (34)

Molano Tobar NJ. Postura estatica de miembros inferiores y huella plantar de deportistas de la liga caucana de atletismo. [Online].; 2015 [cited 2017 05 22. Available from: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/expomotricidad/article/view/24789/20419>. (10)

Oller Asensio A. Biomecánica del pie. [Online].; 1994 [cited 2017 06 10. Available from: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/65934/1/546054.pdf>. (22)

Ortega Guzman. El atletismo y su influencia en la resistencia fisica inadecuada de los deportistas de la federacion deportiva cantonal del tena en el periodo Septiembre 2011 – Febrero 2012. [Online].; 2012 [cited 2017 06 7. Available from: <http://redi.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5553/1/TESIS%20%20FINAL%20MODIFICADA%2015.pdf>. (15)

Teyhen D, Stoltenberg B, Eckard , Doyle , Boland , Feldtmann , et al. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. [Online].; 2011 [cited 2017 05 18. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20972342>. (9)

Vílchez Conesa MP. Incidencia de las lesiones deportivas en el corredor popular. [Online].; 2010 [cited 2016 11 22. Available from: <http://www.redalyc.org/comocitar.ou?id=163017569010>.(1)

Weist R, Eils E, Rosenbaum D. The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure patterns as an explanation for the incidence of metatarsal stress fractures. [Online].; 2004 [cited 2017 05 15. Available from:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15572318>.(5)

CITAS BIBLIOGRÁFICAS.- BASE DE DATOS UTA

Arroyo, F. (2000, Oct 14). Consultorio deportivo/ el pie plano. *Mural* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/374180201?accountid=36765> (39)

Moreno, C. (1995, Sep 24). Como detectar el pie plano? *El Norte* Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/316359655?accountid=36765> (40)

Ramírez Agüera, Pedro Juan, García Hernández, Bárbara, and Balbuena Díaz, Hilda. Pie varo equino congénito en atención primaria. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes, 2009. ProQuest ebrary. Web. 3 October 2017. (37)

Revista internacional de ciencias podológicas. Vol. 3, N° 1. Año 2009. Madrid, ES: Servicio de Publicaciones, Universidad Complutense de Madrid, 2005. ProQuest ebrary. Web. 3 October 2017. (38)

Rueda Sánchez, Martín. Podología: los desequilibrios del pie. Barcelona, ES: Editorial Paidotribo México, 2004. ProQuest ebrary. Web. 3 October 2017. (36)

ANEXOS

ANEXO 1: Marco Teórico

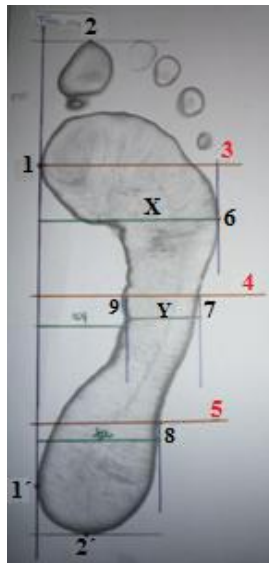


Ilustración 1 Evaluación de la huella plantar según el protocolo de Hernández Corvo. (1989) (32)

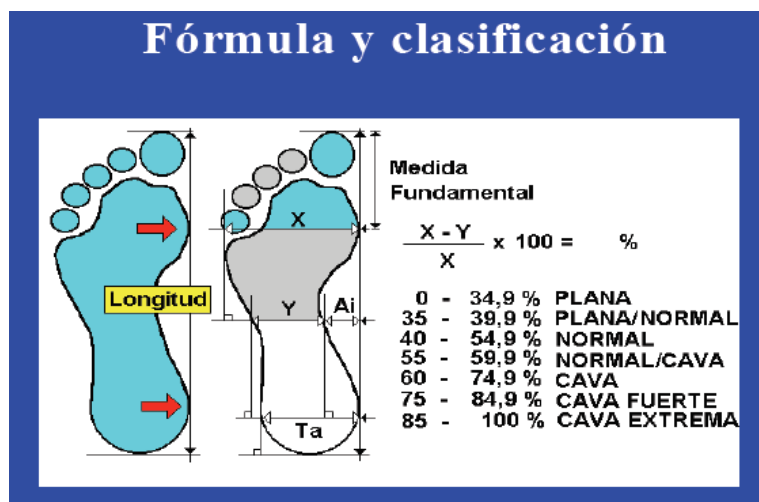


Ilustración 2 Fórmula y clasificación del método de Hdez. Corvo, (2010) (36)



Ilustración 3 Impresiones plantares Obtenido de Hdez. Corvo, (2010) (36)

ANEXO 2.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
TERAPIA FÍSICA**



HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Tema de estudio: “PERFIL MORFOLOGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS: FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO”.

Yo,.....,
con N° de C.I....., declaro que he sido informado de manera explícita y clara, estoy de acuerdo con las explicaciones del procedimiento a realizar y se me ha dado la oportunidad de aclarar mis dudas sobre el estudio.

Apruebo mi participación con el Sr. Christian David Carrillo Ulloa, estudiante de la Carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, estoy de acuerdo que mi participación es voluntaria y puedo retirarme del estudio sí así lo desee, sin tener que dar ninguna explicación y sin que este hecho pueda repercutir mi relación con el investigador.

Así, dejo mi consentimiento libremente para participar en este estudio.

.....
Firma del participante

.....
Firma del investigador:
Christian David Carrillo Ulloa

.....
Fecha

ANEXO 3.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
TERAPIA FÍSICA**



HOJA DE RENUNCIA

Tema del estudio: “PERFIL MORFOLOGICO DEL ARCO PLANTAR EN DEPORTISTAS QUE PRACTICAN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO EN LAS RAMAS: FONDISTAS Y SALTO LARGO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DE NAPO”.

Yo,.....,
con N° de C.I, manifiesto que e decidido abandonar el estudio de investigación en el cual he sido participe.

Expongo que no se a realizado ninguna presión ni insistencia a dar mis razones personales para excluirme del estudio de investigación, de acuerdo con las normas y los procedimientos de inclusión del estudio.

Así dejo mi renuncia a seguir participando de esta investigación.

.....
Firma del participante

.....
Firma del investigador:
Christian David Carrillo Ulloa

.....
Fecha

ANEXO 4.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
TERAPIA FÍSICA**



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ASPECTOS GENERALES

Nombres: **Fecha:**

Apellidos: **Sexo:** M..... F.....

Etnia: **Edad:** **Peso:** **Talla:** **IMC:**

Disciplina: **Rama:** Salto largo..... **Fondo:**..... **Categoría:**

Días de práctica deportiva/semana: 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

Años de práctica deportiva: 0-1..... 1-2..... 2-3..... 3-4..... 4-5..... + de 5:.....

Fracturas de pie: Si..... No.....

Cirugías de pie: Si..... No.....

Luxaciones de pie: Si..... No.....

Tipo de calzado que utilizan en la práctica deportiva:

Zapatos de clavos..... Zapatillas..... Descalzo.....

RESULTADO OBTENIDO “METODO HERNANDEZ CORVO”

IZQUIERDO

0 - 34,9% = PLANA
35 - 39,9% = PLANA / NORMAL
40 - 54,9% = NORMAL
55 - 59,9% = NORMAL CAVA
60 - 74,9% = CAVA
75 - 84,9% = CAVA FUERTE
85 - 100% = CAVA EXTREMA

DERECHO

0 - 34,9% = PLANA
35 - 39,9% = PLANA / NORMAL
40 - 54,9% = NORMAL
55 - 59,9% = NORMAL CAVA
60 - 74,9% = CAVA
75 - 84,9% = CAVA FUERTE
85 - 100% = CAVA EXTREMA

ANEXO 5.

FOTOGRAFIAS



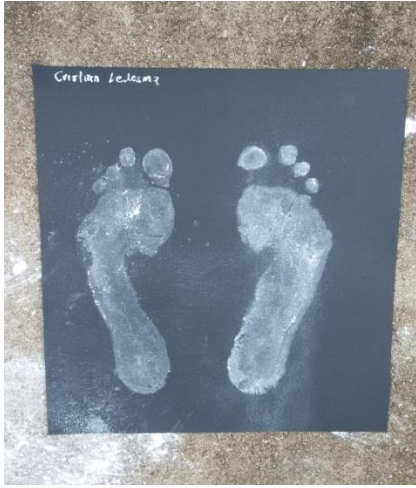
Ilustración 4. Aplicación del método Hernández corvo en el software Kinovea



Ilustración 5 Aplicación de talco en la planta de los pies



Ilustración 6 Colocación de las huella plantares en la cartulina negra



↑
Ilustración 7 Muestra de la huella plantar



↑
Ilustración 8 Obtención de talla y peso



↑
Ilustración 9 Deportistas y entrenador de la disciplina de atletismo de la Federación Deportiva de Napo



Ilustración 10 Deportista Realizando la práctica deportiva



Ilustración 11 Estableciendo medidas en la muestra para procesar en el software Kinovea