



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

**RELACIÓN ENTRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y EL TIPO DE PIE EN  
NIÑOS DE 10 Y 11 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA  
N° 70035 BELLAVISTA - PUNO. 2017**

Yessú Said Macedo Malaga

Tesis preparada a la Universidad Alas Peruanas  
como requisito para la obtención del Título de  
Licenciado en Tecnología Médica en el Área de  
Terapia física y rehabilitación

Asesor Principal : Lic. Heraldo Cortavitarate.

Asesor Metodológico : Mg. Jesús Chávez Parillo.

Asesor de Redacción: Dra. Yuli Victoria Rodriguez

Sueros

**Arequipa - Perú**

**2018**

Macedo Malaga, Y. 2017. **RELACIÓN ENTRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y EL TIPO DE PIE EN NIÑOS DE 10 Y 11 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 70035 BELLAVISTA - PUNO 2017**

/Universidad Alas Peruanas. 80 páginas.

Nombre del Asesor: Lic. T.M. Heraldo Cortavitarate Pocco.

Disertación académica para la licenciatura en Tecnología Médica-UAP 2017.



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

Macedo Malaga Yessú Said

**RELACIÓN ENTRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y EL TIPO DE PIE EN  
NIÑOS DE 10 Y 11 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA  
N° 70035 BELLAVISTA - PUNO 2017**

“Esta tesis fue evaluada y aprobada para la obtención del título de  
Licenciado en Tecnología Médica, por la Universidad Alas  
Peruanas”

Lic. T.M. Susan Villena Medina                      Presidente \_\_\_\_\_

Lic. T.M. Giovana Abanto Estrada                      Secretario \_\_\_\_\_

Lic. T.M. Christian Rodriguez Zamora                      Miembro \_\_\_\_\_

Arequipa, Perú

2018

Se dedica este trabajo a mis padres por su amor y apoyo incondicional; a todos los licenciados Tecnólogos Médicos, que fueron artífices de nuestra formación teórica y práctica en el conocimiento científico basado en evidencia, que con su dedicación y entrega nos motivan a engrandecer nuestra profesión.

Se agradece por su contribución para el desarrollo de esta tesis al Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista – Puno que permitió la realización del presente trabajo de investigación y a las personas que participaron en el programa de intervención.

“Con la simpleza se abren  
muchas puertas, con sencillez  
se hacen cosas eternas  
(Palacios, MARIANO 2013)”

## RESUMEN

El propósito de esta investigación es determinar si existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno, los cuales fueron elegidos a conveniencia de la investigación en los meses de octubre y noviembre del año 2017.

Para lograr el objetivo propuesto, se aplicaron como material y métodos, el estudio relacional, no experimental, transversal en 31 niños, a partir del análisis de la huella plantar con el Protocolo de Hernández Corvo, y con la evaluación de su equilibrio estático con el Test de Flamenco.

Los resultados se agruparon en una matriz de base de datos, para después someterlas a pruebas estadísticas que permitieron realizar la discusión de los resultados de las variables y del problema en investigación, finalmente plantear las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

Los resultados muestran que no existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie ( $p = 0.794$ ), sin embargo, del análisis de regresión lineal, se concluyó que, aparentemente en consecuencia del incremento del Índice de Hernández Corvo, también hay tendencia de un equilibrio estático regular. Se concluye que, en la población estudiada no existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie. Finalmente, teniendo en cuenta que este estudio es el primero en relacionar estas variables, servirá como precedente para investigaciones posteriores.

**PALABRAS CLAVE:** Equilibrio estático, Tipo de pie, Protocolo Hernández de Corvo, Test de flamenco.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to determine whether there is a relationship between static balance and foot type in children aged 10 and 11 years of primary school N ° 70035 Bellavista - Puno, which were chosen at the convenience of research months October and November 2017.

To achieve the objective, applied as materials and methods, relational study, non experimental, transversal in 31 children, from the analysis of the footprint with the Protocol Hernandez Corvo, and the evaluation of its static equilibrium with the Flamenco test.

The results were grouped into a matrix database, then subject them to statistical tests allowed for the discussion of the results of the variables and the research problem also raise the conclusions and recommendations of this research.

The results show that there is no relationship between static balance and foot type ( $p = 0.794$ ), however, the linear regression analysis, it was concluded that, apparently a result of increased index Hernandez Corvo, there are also trend a regular static equilibrium. It is concluded that there is no relationship between static balance and foot type, in the study population. Finally, considering that this study is the first to link these variables, it will serve as a precedent for further investigation.

**KEYWORDS:** Static balance, foot type, Hernandez Corvo Protocol Test flamenco.

<b>Lista de contenidos</b>	<b>Pág.</b>
Ficha Catalográfica	I
Hoja de Aprobación	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Epígrafe	V
Resumen	VI
Abstract o resumen en lengua extranjera	VII
Lista de contenidos	VIII
Lista de tablas	XI
Lista de Gráficas	XII
Lista de figuras	XIII
INTRODUCCIÓN	14
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>16</b>
1.1. Problema de Investigación	16
1.1.1 Descripción de la realidad problemática	16
1.1.2 Formulación del problema	17
A. Problema principal	17
B. Problemas secundarios	17
1.1.3 Horizonte de la investigación	17
1.1.4 Justificación	18
1.2. Objetivos	19
1.2.1 Objetivo General	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3. Variables	19
1.3.1 Identificación de variables	19
1.3.2 Operacionalización de Variables	20

1.4. Antecedentes Investigativos	20
1.4.1 A Nivel Internacional	20
1.4.2 A Nivel Nacional	23
1.4.3 A Nivel Local	26
1.5. Base Teórica	27
1.6. Conceptos Básicos	46
1.7. Hipótesis	48
1.7.1 Hipótesis principal	48
1.7.1 Hipótesis secundarias	48
<b>CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO</b>	49
2.1. Nivel, Tipo y Diseño de la Investigación	49
2.1.1 Nivel de la Investigación	49
2.1.2 Tipo de la Investigación	49
2.1.3 Diseño de la Investigación	49
2.2. Población, Muestra y Muestreo	49
2.2.1 Población	49
2.2.2 Muestra	49
2.2.3 Muestreo	49
2.3. Técnicas e Instrumentos:	49
2.3.1 Técnicas	49
2.3.2 Instrumentos	50
2.4. Técnicas de Procesamiento y análisis de datos	50
2.4.1 Matriz de base de datos	50
2.4.2 Sistematización de cómputo	50
2.4.3 Pruebas Estadísticas	51
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	52
3.1. Resultados de la variable 1	52
3.2. Resultados de la variable 2	53
3.3. Resultados del problema de Investigación	53

	3.4. Discusión de resultados	56
	3.4.1 Discusión de los resultados a nivel de la variable 1	56
	3.4.2 Discusión de los resultados a nivel de la variable 2	56
	3.4.3 Discusión de los resultados a nivel del problema	56
4	Conclusiones	57
5	Recomendaciones y/o Sugerencias	58
6	Referencias Bibliográficas	59
7	Anexos	63
	7.1 Anexo 1 : Mapa de Ubicación	63
	7.2 Anexo 2 : Glosario	64
	7.3 Anexo 3 : Instrumento del Test de Flamenco	65
	7.4 Anexo 4 : Instrumento del Protocolo Hernández de Corvo	66
	7.5 Anexo 5 : Protocolo para la aplicación del Test de Flamenco	67
	7.6 Anexo 6 : Protocolo para la aplicación del Método Hernández de Corvo	68
	7.7 Anexo 7 : Matriz de base de datos de la variable 1	72
	7.8 Anexo 8 : Matriz de base de datos de la variable 2	73
	7.9 Anexo 9 : Tabla de relación entre el equilibrio estático y la edad	74
	7.10 Anexo 10 : Tabla de relación entre el equilibrio estático y el sexo	75
	7.11 Anexo 11 : Tabla de relación entre el equilibrio estático y la lateralidad	76
	7.12 Anexo 12 : Solicitud	77
	7.13 Anexo 13 : Consentimiento informado	78
	7.14 Anexo 14 : Evidencia	79

<b>Lista de Tablas</b>		<b>Pág.</b>
1	Tabla N° 01 : Operacionalización de variables	20
2	Tabla N° 02 : Resultados del equilibrio estático	52
3	Tabla N° 03 : Resultados de tipo de pie.	53
4	Tabla N° 04 : Resultados del problema	53

**Lista de Gráficos**

**Pág.**

1	Gráfica N° 01 : Resultados del equilibrio estático	52
2	Gráfica N° 02 : Resultados del tipo de pie	53
3	Gráfica N° 03 : Resultados del problema	55

<b>Lista de Figuras</b>		<b>Pág.</b>
1	Figura N° 01 : Desviación de los ejes en individuos con pie plano	33
2	Figura N° 02 : Distribución de peso que se da en la articulación Tibiotarsiana	34
3	Figura N° 03 : Desviación de los ejes en pie plano	35
4	Figura N° 04 : Pie plano	36
5	Figura N° 05 : Pie plano normal	37
6	Figura N° 06 : Pie normal	37
7	Figura N° 07 : Pie cavo normal	38
8	Figura N° 08 : Pie cavo	39
9	Figura N° 09 : Pie cavo fuerte	39
10	Figura N° 10 : Pie cavo extremo	40
11	Figura N° 11 : Doble alineación vertical	41

## **INTRODUCCIÓN**

En la presente tesis se muestra la relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie, el cual se obtuvo mediante una plantigrafía donde se observó la distribución de presiones sobre la superficie plantar del pie, valorar las dimensiones del pie para obtener su índice de cavidad y poder determinar el tipo de pie; En cuanto al equilibrio estático se valoró contando los intentos que se realizaron al momento de hacer el apoyo unipodal, en una superficie estable con tres centímetros de ancho.

La tesis se encuentra dividida en tres capítulos, se ha considerado presentarla de la siguiente manera: Capítulo I: Marco Teórico; Donde se considera el problema, los objetivos, las variables, los antecedentes, la base y conceptos teóricos, concluyendo con la hipótesis. En el capítulo II: Marco metodológico, se considera el tipo y diseño de la investigación, población y muestra, técnicas, instrumentos, procesamiento y análisis de los datos. En el capítulo III: Se precisa los resultados a nivel de los indicadores, variables y el problema con la discusión. Finalizando con las conclusiones, recomendaciones, sugerencias, la referencia bibliográfica y sus anexos.

El pie corresponde a una estructura extremadamente compleja. Los 26 huesos que lo conforman, están diseñados para soportar el peso y distribuir la carga corporal; relacionados con otras articulaciones que le confieren una estructura semirrígida, aunado a un complejo sistema vascular arterial que le proporciona los nutrientes necesarios y a una red nerviosa que le da la sensibilidad y propiocepción; esto le permite realizar los más complicados movimientos a través de los diferentes grupos musculares que le confieren la capacidad para adaptarse a toda clase de superficies.

En las actividades de vida diaria, el pie como estructura anatómica funcional, desempeña principalmente funciones de soporte y transmisión de fuerzas de reacción del suelo a nuestro cuerpo. Mantener el equilibrio corporal depende de la integración de varios sistemas, uno muy importante es la distribución adecuada del centro de gravedad dentro de la base de soporte.

Al no existir una armonía entre las estructuras anatómicas del pie se presentan diversos defectos en su apoyo, como los presentados en los resultados de la investigación de este trabajo (pie plano, pie cavo).

En las prácticas clínicas se observó una gran cantidad de alteraciones en la postura de los pies. Los problemas ortopédicos del pie en el niño son los más frecuentes en esta época de la vida. Por este motivo es importante hacer la diferenciación entre un pie normal y un pie alterado que necesita tratamiento del especialista en forma precoz.

La finalidad de este trabajo de investigación es conocer y saber la relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de edad que acuden a la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista - Puno y dar a conocer los resultados. Y de esta manera también tener un registro de cuál es su tipo de pie, y estado de su equilibrio estático, como su incidencia por edad, sexo, y lateralidad.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN:**

##### **1.1.1. Descripción de la realidad problemática:**

El equilibrio se define como la capacidad de asumir y sostener cualquier posición del cuerpo aún en contra de la ley de gravedad. El equilibrio estático proyecta el centro de gravedad del cuerpo dentro del área delimitada por los contornos externos de los pies. Con cierta importancia en el mundo deportivo, sobre todo en algún ejercicio de la gimnasia artística, o de la escalada, se puede definir como la capacidad de mantener el cuerpo erguido o en cualquier posición estática, frente a la acción de la gravedad (12).

En los escolares la bóveda plantar es una estructura flexible y en proceso de desarrollo, capaz de ajustarse a las diferentes superficies, y a las sollicitaciones mecánicas que requieran para su buen desempeño, en consecuencia el ejercicio físico y los estímulos brindados durante el día provocan adaptaciones, en cuanto al apoyo podal, que condicionan el tipo de huella plantar que se observa (4, 6). A largo plazo una huella plantar defectuosa es causante de compensaciones en la biomecánica ascendente, lo cual conlleva a problemas estructurales (1, 4, 5).

En la práctica de la profesión se observó que los niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno 2017, Av. Floral 505, Puno - Perú; no reciben atención de Medicina Física, esto como consecuencia de distintos factores socioeconómicos y falta de información.

En el campo de actuar de la fisioterapia, la rehabilitación pediátrica, es un área poco explorada en esta ciudad; dada la complejidad de estas estructuras anatómicas, estas pueden sufrir disfunciones a consecuencia de alguna alteración de la biomecánica (1, 4, 5).

Entonces, debido al contexto, se argumenta que la población infantil, por presentar primordialmente ausencia de estimulación en el arco plantar, estaría generando en consecuencia, defectos de apoyo plantar, los mismos que afectan las actividades de vida diaria, ocasionando síntomas inmediatos como, fatiga y dolores musculares; de esta manera, también afectarían el desempeño en las actividades escolares del área de educación física, ya sea en intolerancia al ejercicio o desarrollando una mala técnica en el gesto deportivo (23, 24).

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

#### **A. PROBLEMA PRINCIPAL:**

¿Existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno 2017?

#### **B. PROBLEMA SECUNDARIO:**

a) ¿Cómo es el equilibrio estático en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno 2017?

b) ¿Cuál es el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno 2017?

#### **1.1.3. HORIZONTE DE INVESTIGACIÓN:**

- A. Campo : Salud
- B. Área : Tecnología Médica
- C. Línea : Rehabilitación pediátrica.

#### **1.1.4. JUSTIFICACIÓN:**

La presente investigación se da debido a la gran preocupación que aqueja a muchos padres de familia, que se observa en los escolares, una deficiencia en el equilibrio estático. Esto puede deberse al contexto actual, que limita en cierto modo el estímulo adecuado en el pie, generando en consecuencia defectos de apoyo plantar, los mismos que alteran la dinámica y la estática en el desempeño de las actividades cotidianas. El pie es parte del cuerpo, cuyo desarrollo culmina antes de la adolescencia, en las mujeres crece hasta los 12 años, y en los varones hasta los 13, después los pies no crecen más.

Teniendo en cuenta lo mencionado, los escolares estarían presentando algún defecto de huella plantar, el cual compromete el desempeño de las actividades cotidianas, siendo así, también se vería el efecto en el desenvolvimiento en las actividades (1).

El equilibrio nos permite conservar el centro de gravedad del cuerpo, manteniendo así una permanente lucha con la gravedad y permitiéndonos en todo momento mantener el control de nuestra postura, este control va ser esencial en la adquisición de gran parte de habilidades motrices. Podemos hablar de equilibrio estático a la capacidad de mantener una postura. El presente estudio es de actualidad por que el problema se viene presentando y no es diagnosticado a tiempo.

El presente estudio es pertinente al área de tecnología médica por que la evaluación del equilibrio estático en niños de 10 y 11 años nos permitirá ver si el niño alcanzo la madurez psicomotora, en este aspecto y al presentar esta alteración se podría ver influenciada por los tipos de pie de los niños en estudio.

La utilidad del estudio nos permitirá que la institución educativa, que los padres de familia tengan conocimiento acerca del estado de su equilibrio estático y el tipo de pie.

## **1.2. OBJETIVOS:**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL:**

Determinar la relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista - Puno 2017.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

A. Evaluar el equilibrio estático en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017.

B. Identificar el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017.

## **1.3. VARIABLES:**

### 1.3.1. Identificación de Variables:

- A. Variable 1 Dependiente (V1): Equilibrio estático: es la capacidad de mantener el cuerpo erguido y estable, sin que exista movimiento alguno.
- B. Variable 2 Independiente (V2): Tipos de pie: La forma de la planta del pie presenta normalmente una bóveda cóncava hacia abajo, con dos arcos: longitudinal y transverso. Esta bóveda tiene tres puntos de apoyo que corresponden a la cabeza del primer metatarsiano, a la cabeza del quinto metatarsiano y a la tuberosidad del calcáneo; que junto a las partes blandas dan forma a la impresión plantar.

### 1.3.2. Operacionalización de Variables:

**Tabla Nro. 1: Operacionalización de Variables**

Variables	Indicadores	Sub-indicadores	Nro de ítem	Instrumentos
				Test
1.- Equilibrio Estático	Unipedestación	Excelente Bueno Regular Deficiente Malo	1	Test del flamenco
2.- Tipo de pie	Plantigrafía	Pie plano. Pie plano / normal Pie normal Pie normal / cavo Pie cavo Pie cavo fuerte Pie cavo extremo	1	Evaluación del pie mediante protocolo de Hernandez de Corvo.

Total			2	

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **1.4. Antecedentes Investigativos:**

##### **1.4.1. A Nivel Internacional:**

A. Suarez Valenzuela D. El pie plano y su influencia en el equilibrio estático de los estudiantes del circuito N° 1 de la ciudad de Milagro. [Tesis de Maestría], Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato: 2016. Resultados: Una vez que se tabularon los valores, mediante los instrumentos de recolección de datos, se determinó que en el Circuito N°1 el 32,53% de los estudiantes tienen pie normal, el 22,35% tienen pie plano y el 45,12% de los estudiantes, presenta pie cavo. De estos resultados se pudo concluir que los estudiantes tienen mayor porcentaje de pie cavo. Conclusiones: Se analizó el arco plantar de los estudiantes del circuito N° 1 de la

ciudad de Milagro donde se detectó que: Los estudiantes con tipo de pie normal representan el 32,53%, el 19,10% al sexo masculino y el 13,43% al sexo femenino. Los estudiantes con tipo de pie plano representan el 22,35%, el 12,19% al sexo masculino y el 10,16% al sexo femenino. Los estudiantes con tipo de pie cavo representan el 45,12%, el 28,04% al sexo masculino y el 17,08% al sexo femenino. Se comparó el equilibrio en función de los tipos de pie (cavo, plano, normal) y dio como resultado que: La principal incidencia del equilibrio estático está presente en los estudiantes con tipo de pie plano, con el 71% entre regular, deficiente y malo, seguido por los estudiantes de pie cavo y por último los de pie normal. Se determinó la necesidad de elaborar una guía de recomendaciones de calzado en función del tipo de pie (cavo, plano, normal) (26).

B. Ponce Contreras N. Eficacia de un programa de ejercicio físico para mejorar el equilibrio estático y dinámico en ancianos institucionalizados. Navarra España. 2013 [Tesis de licenciatura] Lima – Perú. 2013 Universidad mayor de San Marcos 2013. Resultados: Del total de los sujetos de nuestra muestra hubo diferencias significativas entre varones y mujeres. Gráfica 17. En el caso de varones para las 3 categorías de la variable de grado de mejoría buena, regular y leve fue de 33,3% para cada una. En el caso de las mujeres participantes en nuestro estudio con respecto a la variable mejoría hubo una distribución diferente que en el caso anterior ya que el 10% fue para la categoría buena, el 60% regular y un 30% leve (27).

C. Arevalo Mora J. Los tipos de pie y su repercusión en el rendimiento motor. España 2013 [Tesis de licenciatura] Andalucía – España. 2013. Universidad de Cádiz 2013. Resultado: Este estudio se ha llevado a cabo con el fin de conocer si alguno de los tipos de pie

estudiados (normal, cavo y plano) tiene un mayor rendimiento físico en pruebas determinadas: salto de longitud a pies juntos, triple salto con el pie izquierdo, triple salto con el pie derecho, salto vertical, 20 metros lisos, 5x10, equilibrio estático, equilibrio dinámico y circuito de agilidad. Para ello, se han tenido en cuenta los tres tipos de pie y se han realizado, a los sujetos seleccionados, las pruebas físicas anteriormente mencionadas. De esta forma los resultados demostrarán si algún tipo de pie en particular está más capacitado para la realización de estas pruebas.

Para alcanzar este objetivo se ha recurrido a un grupo homogéneo de estudiantes de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 10 y los 12 años y con características antropométricas semejantes, obteniendo finalmente una muestra constituida por 187 individuos.

Se han utilizado los protocolos de: Ross y Marfell-Jones para las medidas antropométricas; Viladot y la técnica de medición de Harris para las huellas plantares; y Martínez y Blázquez para las pruebas motrices.

En general los resultados del estudio han mostrado que no hay ningún tipo de pie mejor para estas pruebas motrices.

No obstante, dentro de los resultados, se ha apreciado una tendencia hacia unas mejores marcas en sujetos que presentan pies cavos (28).

D. Jiron Paredes J. El tipo de pie en relación al IMC (índice de masa corporal) de los estudiantes de la Unidad Educativa "Picaihua". [Tesis de Licenciatura] Ambato – Ecuador 2017. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias humanas y de la Educación. Carrera de Cultura Física. Resultados: En la presente

investigación se establece relacionar entre el tipo de pie con el Imc (Índice de masa corporal) llegando a elaborar el siguiente tema: “EL TIPO DE PIE EN RELACIÓN AL IMC (ÍNDICE DE MASA CORPORAL) DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA PICAIHUA” para lo cual se diseña la huella plantar para determinar qué tipo de pie y así poder relacionar con los resultados de los Imc (Índice de masa corporal) de cada estudiante. En el marco teórico tendremos una integra recopilación conceptual del tipo de pie e índices de masa corporal que existe a nivel mundial con sus características, lo cual debe conocer cada estudiante. En la metodología el estudio consistió en un procedimiento exploratorio a través de encuestas y toma de huellas plantares. Y los datos conseguidos pasaron por estudios para obtener resultados precisos a los interrogantes de la investigación. Igualmente se destaca las conclusiones y recomendaciones más importantes obtenidas después del análisis e interpretación de los datos, por tanto, nació la importancia de realizar un artículo científico (paper) que fue la elaboración de una guía de procesos de toma de huellas plantares e índices de masa corporal cuyo objetivo fue relacionar dichos valores para obtener los mejores resultados y saber si los estudiantes están en perfectas condiciones para realizar deporte y actividad física (29).

#### **1.4.2. A Nivel Nacional:**

- A. Neyra Rojas L. Eficacia de un programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los adultos mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral Miraflores Arequipa – 2014. [Tesis de Licenciatura]. Arequipa – Perú 2015. Universidad Alas Peruanas 2015. Resultados: El problema del siguiente trabajo de investigación es saber “Cual es la eficacia de un programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los adultos

mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral Miraflores. Arequipa, 2014". Llegando a la hipótesis. Si, con los ejercicios físicos se activan los receptores musculares y articulares mejorando la información propioceptiva, aumentando la fuerza muscular. Entonces el programa de ejercicios físicos sería eficaz en el equilibrio estático en los adultos mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral Miraflores Arequipa-2014. Para ello utilizamos los siguientes materiales y métodos, el presente trabajo de tipo cuasi experimental, participaron 25 Adultos Mayores de género femenino de 61 a 75 años de edad que asisten a la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral, todos cumplían criterios de inclusión e exclusión. Se evaluó con la prueba de apoyo unipodal antes y después de la aplicación del programa, que duro el tiempo de dos meses. Terminaremos recopilando los resultados de la prueba y concluiremos si es eficaz el programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los Adultos Mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral-Arequipa 2014. Para lo cual se llega a los resultados, con la aplicación del programa de ejercicios físicos en los Adultos Mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral mejoraron su resultado de alterado a normal, aumentando el tiempo de apoyo unipodal. Llegando a la conclusión que el equilibrio estático de los adultos mayores antes de la aplicación del programa esta alterado en un 92% y 8% es normal. Después de la aplicación del programa el equilibrio estático de los adultos mayores resulto con un 68% normal y un 32% alterado. El programa de ejercicios físicos es eficaz para mejorar el equilibrio estático en los adultos mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral validándose la hipótesis (30).

- B. Pinto Bejarano M. Influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E. Particular

Peruano Suizo Alfred Werner - Arequipa, 2015. [Tesis de licenciatura] Arequipa – Perú 2015. Universidad Alas peruanas 2015. Resultados: La presente investigación se realizó en la ciudad de Arequipa, en la I.E. particular Peruano Suizo Alfred Werner en el año 2015, participaron 85 estudiantes de ambos sexos, de edades entre 8 a 10 años, predominando el género masculino, se trabajó con toda la población. El objetivo general fue determinar la influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E. particular Peruano Suizo Alfred Werner, distrito de José Luis Bustamante y Rivero – Arequipa, 2015., las variables fueron tipos de pie y equilibrio estático-dinámico. La técnica utilizada fue Observación, el instrumento Ficha de recolección de datos, Nivel de investigación relacional, Tipo no experimental, observacional, diseño transversal. Las conclusiones fueron: El 77,65% de los estudiantes evaluados presentan alteraciones en el pie, el tipo de pie que predominó fue el intermediario, sin embargo hay que resaltar que el 21,18% de los niños tenía pie plano; el 44,71% de los estudiantes evaluados tuvo un equilibrio estático que va de regular a malo; la mayor parte de estudiantes evaluados realizó la prueba de equilibrio dinámico en forma perfecta; existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie en los estudiantes evaluados, lo cual quiere decir que si el pie no presenta alteraciones el equilibrio estático será excelente; no existe relación estadística entre el equilibrio dinámico y el tipo de pie (31).

C. Peralta Gonzales S. Rendimiento académico en el área de educación física relacionado al tipo de huella plantar en niños de 6-12 años de un colegio de Lima [Tesis de Licenciatura] Lima – Perú 2017. Universidad Católica Sedes Sapientiae 2017. Resultados: El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar si existe relación entre el rendimiento académico en el área de

educación física y el tipo de huella plantar en niños de 6 – 12 años de un colegio de Lima. Es un estudio observacional analítico transversal con alcances descriptivo y correlacional, realizado en 217 individuos a partir del análisis de la huella plantar con el método de Hernández Corvo, y el promedio de las calificaciones parciales. Un beneficio brindado por el estudio, es el diagnóstico del arco plantar, con el cual los padres podrán acudir al especialista y ser asesorados para prevenir o tratar los defectos de apoyo plantar, evitando a largo plazo gastos onerosos y complicaciones mayores. Los resultados muestran que no existe relación entre el tipo de huella plantar y el rendimiento académico (pie izquierdo  $P = 0.2621$  – pie derecho  $P = 0.7508$ ), sin embargo, del análisis de regresión lineal, se concluyó que, aparentemente en consecuencia del incremento del Índice de Hernández Corvo, también hay tendencia de incremento en los promedios de rendimiento académico (pie izquierdo  $P = 0.046$  - pie derecho  $P = 0.068$ ). Se concluye que, en la población estudiada no existe relación entre el rendimiento académico en el área de educación física y el tipo de huella plantar. Finalmente, teniendo en cuenta que este estudio es el primero en relacionar dichas variables, servirá como precedente para investigaciones posteriores (32).

#### **1.4.3. A nivel Local:**

A nivel local no se encontró ninguna investigación sobre la relación del equilibrio estático y el pie plano.

### **1.5 Base teórica:**

#### **1.5.1. El pie:**

El pie es una estructura mecánica integral compuesta por 28 huesos (incluyendo 2 sesamoideos), articulaciones y ligamentos. Ésta extremidad distal, funcional y anatómicamente se divide en tres grupos: retropié (astrágalo y calcáneo) formando la articulación subastragalina; el antepié (metatarsianos y falanges); y el mediopié (escafoides, cuboides y cuñas) que se articula con la base de los cinco metatarsianos y el escafoide (1, 2, 5, 7).

El tarso está formado por 7 piezas óseas distribuidas en dos secciones alineadas, una posterior conformada por el astrágalo y el calcáneo; y una anterior, por el cuboides, escafoides y tres cuñas. Mientras que el metatarso está compuesto por 5 huesos largos, que van desde la cara medial del pie, tienen forma de prisma y su tamaño generalmente va descendiendo desde el primero al quinto metatarsiano. El segundo metatarsiano suele ser el de mayor extensión. Asimismo los dedos cuentan estructuralmente con 14 falanges que forman el esqueleto óseo de los dedos (1, 2, 5, 7).

El pie en su composición tiene dos tipos de articulaciones que cumplen distintas funciones; un grupo denominado articulaciones dinámicas (movimiento), como la tibio - astragalina y las articulaciones metatarso falángicas e interfalángicas, las mismas que participan en la locomoción y; por otra parte, el grupo de las articulaciones plásticas (acomodación), como las tarsianas y tarso metatarsianas que forman parte de la bóveda plantar, son las encargadas de la transmisión de cargas y fuerzas, además son las que permiten mantener la forma anatómica del pie, la cual hace posible el desempeño de sus funciones como: amortiguador de impactos contra el suelo, y adaptador de superficies irregulares. En el mediotarso de mayor movilidad) y la articulación calcáneo – cuboidea (1, 2, 5, 7).

De acuerdo a su funcionalidad el pie puede dividirse en tres partes fundamentales: talón (da apoyo en la parte posterior), antepié (da apoyo en la parte anterior) y la bóveda plantar.

#### A. Talón:

El talón se encuentra formado por el calcáneo, su función es amortiguar el impacto del pie contra el suelo durante la fase de apoyo en la marcha, para poder desempeñar esta función adecuadamente se puede desviar 5 grados en valgo desde la línea de Helbing (3).

Los elementos encargados de mantener estable el talón actúan tanto en el plano frontal como en el sagital. En el plano frontal, entre los ligamentos que actúan para evitar el valgo y pronación, figuran: el ligamento deltoideo (impide la pronación), el ligamento interóseo tibio - peroneo (ayuda en la estabilidad), el ligamento astrágalo - calcáneo (impide la separación entre astrágalo y calcáneo). Los elementos que actúan a compresión para impedir su caída son: el maléolo - peroneo (potente tope ubicado en la parte externa del astrágalo, impide el valgo), el sistema de sustentaculum tali (trabéculas verticales en el calcáneo). En el plano sagital, la estabilidad se mantiene por un sistema constituido por 3 elementos: el tendón de Aquiles, el sistema trabecular postero - inferior del calcáneo, músculos cortos del pie (flexor corto y abductor del primer dedo del pie) (3).

#### B. Antepié:

Es la parte anterior del pie, formado por el metatarso y las falanges. Todos los metatarsianos soportan carga, el primer metatarsiano soporta más del doble de peso que cada uno de los restantes. Como Lake describe, el cono que se ensancha de posterior hacia anterior formado por los metatarsianos, constituye

sobre la superficie un arco de concavidad posterior en el plano horizontal; este arco al desestructurarse por diferencias en la longitud de los diferentes metatarsianos, puede generar metatarsalgias (1).

### C. La Bóveda Plantar:

La bóveda plantar, tiene forma de concha abierta o cúpula, esta concavidad en su parte superior (formada por huesos) soporta fuerzas de compresión; la inferior (constituida por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos), resiste fuerzas de tensión (1, 2, 5, 7).

Para Kapandji, la bóveda plantar reúne estructuras osteoarticulares, ligamentosas y musculares del pie. Sus propiedades elásticas y su forma curvada, le permiten adecuarse a la gran variedad de superficies durante la marcha o la bipedestación (1, 2, 5, 7). Actuando de forma pasiva los huesos y cápsulas mantienen la forma del pie, mientras que los ligamentos y músculos lo hacen de manera activa haciendo posible el movimiento.

A los tres puntos donde se apoya la bóveda plantar se le denomina también trípode podálico. Visualmente la unión de cada punto de apoyo forma un triángulo no equilátero, ahora bien, cada punto brinda resistencia a las tensiones del pie. Estos centros de apoyo se encuentran en: la cabeza del primer metatarsiano (apoyo antero - interno), la cabeza del quinto metatarsiano (apoyo antero - externo) y la apófisis del calcáneo (apoyo posterior). Gracias a ellos se distingue una serie de arcos longitudinales y transversales, el único arco visible clínicamente es el longitudinal interno (1, 2, 5, 7).

La estabilidad de la bóveda plantar se mantiene gracias a la agregación de varios sistemas:

Un sistema pasivo y resistente, integrado por ligamentos que actúan sin efectuar gasto de energía, que además soporta la carga corporal.

Un sistema activo, que requiere energía y puede generar fatiga, compuesto a su vez por los sistemas muscular (plantar del pie) y tendinoso.

Durante el desempeño de las actividades de vida diaria ambos sistemas deben soportar y neutralizar las fuerzas de tracción y compresión que pueden ser mayores al peso corporal (1, 2, 5, 7).

Desde un corte transversal la bóveda plantar en la parte superior está estructurada por huesos que permiten soportar fuerzas de compresión, mientras que la parte inferior formada por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos, biomecánicamente está preparada para soportar fuerzas de tracción. Hicks describió que la fascia plantar y los músculos intrínsecos cumplen la función de estabilizar el arco longitudinal. La aponeurosis podal desempeña el papel de tirante o cabestro durante la marcha, en la ejecución de la dorsiflexión, poniendo en tensión la fascia plantar, lo cual eleva y produce un acortamiento mecánico del arco longitudinal e invierte el retropié (1, 2, 5, 7, 16, 17, 18).

En el recién nacido no es perceptible el arco longitudinal, debido a que su pie inmaduro generalmente presenta una bolsa adiposa que gradualmente desaparecerá, únicamente se hace notorio, cuando el infante ha adoptado la posición de pie y se comienzan a distribuir las tensiones derivadas del soporte de cargas y balanceo durante la marcha. Durante los primeros años de vida, los pies se encuentran en formación, y el arco longitudinal interno en evolución, razón por la cual es común encontrar pies en posición de calcáneo - valgo; esta extremidad distal inicia como una estructura muy flexible, ya que todavía no ha desarrollado la fortaleza necesaria.

Es por ello que al recibir estímulos externos, el arco plantar y los elementos que la conforman se adaptarán para su óptimo desempeño (1, 2, 5, 7).

### **1.5.2. ARCOS DEL PIE:**

El pie tiene tres arcos fundamentales: arco interno, arco externo y arco anterior, los cuales adecuadamente equilibrados contribuyen para poder mantener un correcto apoyo sobre el suelo y desempeñar las funciones biomecánicas (19).

#### **A. EL ARCO INTERNO:**

Conocido también como arco longitudinal, considerado el más importante tanto en la dinámica como en la estática. Su recorrido va desde el calcáneo hasta la cabeza del primer metatarsiano, es el más largo y elevado, a diferencia de los otros dos arcos y está conformado por cinco estructuras óseas de anterior a posterior (19):

- Primer metatarsiano.
- Primera cuña.
- Escafoides.
- Astrágalo.
- Calcáneo.

Algunos autores afirman que, los músculos son los verdaderos tensores del arco, los cuales son:

- Tibial posterior.
- Peroneo lateral largo.
- Flexor largo del primer dedo, sumado al flexor común de los dedos (son estabilizadores del astrágalo y del calcáneo).

- Aductor del primer dedo.

## B. EL ARCO EXTERNO:

Tiene una estructura más rígida que el arco interno. Guarda una distancia, con la superficie de apoyo, de 3 a 5 mm, su tejido blando se encuentra en contacto con la superficie (19). Se extiende sobre el borde externo del pie, la cual componen tres piezas óseas:

- Calcáneo.
- Cuboides.
- Quinto metatarsiano.

Los músculos que cumplen la función estabilizadora son (19):

- Peroneo lateral corto.
- Peroneo lateral largo.
- Abductor del quinto dedo.

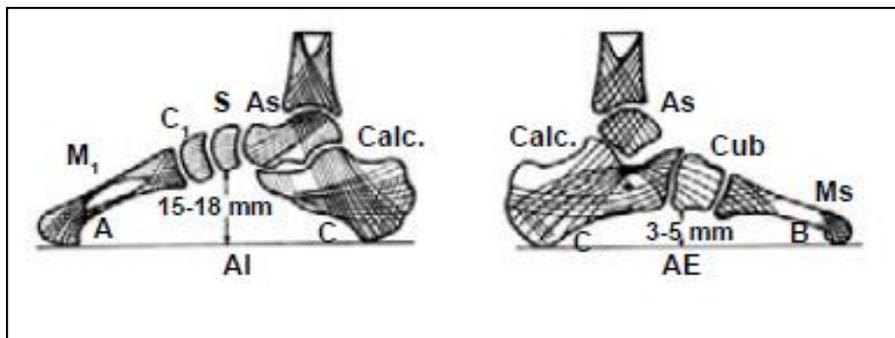
## C. EL ARCO ANTERIOR:

Este arco transversal se encuentra en el antepié, su recorrido va desde la cabeza del primer metatarsiano hasta el quinto metatarsiano, encontrándose su punto más elevado en la cabeza del segundo metatarsiano. En el plano frontal el arco anterior es visible con el pie en descarga. En cuanto a los tejidos blandos que conforman el arco anterior, el músculo abductor del primer dedo posee un entramado de cuerdas parciales y totales entre las cabezas de los metatarsianos que dan soporte a dicha estructura, este es un músculo de poca potencia, que con la tensión y tracción forzamos con facilidad, por lo que puede sufrir diferentes lesiones (19).

### 1.5.3. FUNCIÓN BIOMECÁNICA DE LOS ARCOS DEL PIE:

La transmisión de los impulsos mecánicos se puede leer por la disposición de las trabéculas óseas donde las trabéculas que nacen de la cortical anterior de la tibia recorren oblicuamente hacia abajo y atrás para diseminarse en el abanico subtalámico en dirección al estribo posterior del arco, mientras que aquellas que se originan de la cortical posterior de la tibia se orientan hacia abajo y hacia adelante en el cuello y cabeza del astrágalo para atravesar el escafoides, la cuña y el primer metatarsiano (Figura 1) (19).

Figura N° 1

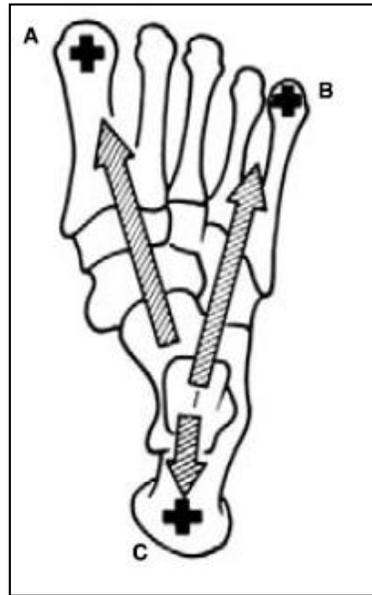


Desviación de los ejes en el individuo con pie plano valgo. Flecha 1. El pie posterior gira en aducción y pronación. Flecha 2. El pie anterior gira en flexión, abducción y supinación. (Álvarez Camarena Ch y col. Desarrollo y biomecánica del arco plantar)

El arco interno conserva su concavidad 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 mismo. Por el contrario, el extensor propio del primer dedo así como el tibial anterior tienden a aplanarlo. La distribución de la carga sobre los tres puntos de apoyo del pie no es 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 anteroexterno y los dos tercios restantes sobre el apoyo anterointerno (Figura 2) (19).

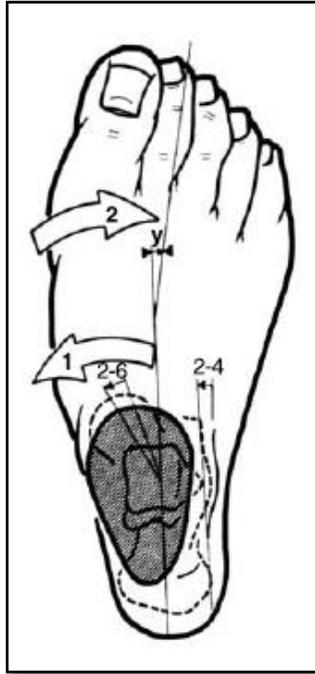
**Figura N°2**



La transmisión del peso se hace por medio de la articulación tibio-tarsiana desde donde se distribuye hacia los 3 puntos de apoyo identificados con la cruz en negro. (Álvarez Camarena Ch y col. Desarrollo y biomecánica del arco plantar)

Los arcos sufren modificaciones por el efecto de la carga, principalmente el arco longitudinal, el cual puede descender tanto por laxitud de los ligamentos como 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 (Figura 3) (19).

**Figura N°3**



Desviación de los ejes en el individuo con pie plano valgo. Flecha 1. El pie posterior gira en aducción y pronación. Flecha 2. El pie anterior gira en flexión, abducción y supinación. (Álvarez Camarena Ch y col. Desarrollo y biomecánica del arco plantar)

En el arco externo también se producen desplazamientos verticales del calcáneo; el cuboides, por su parte, desciende junto con la estiloides del quinto metatarsiano con un retroceso del talón y avance de la cabeza del quinto metatarsiano. El arco anterior o transversal se aplasta 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 bajo carga. Los ligamentos articulares son los elementos 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, el pie conserva un buen balance y por tanto

la altura fisiológica de sus arcos. Además de la marcha, el pie tiene entre otras funciones: sujetarse al terreno, patear, trotar, soportar peso, empujar, correr, saltar, sentir, etc (19).

### 1.5.3. Tipos de pie:

A. Pie plano: Corresponde a la estructura del pie donde se observa que carece de la bóveda plantar, transformando el arco plantar en un aplanamiento de la superficie plantar, por lo tanto el pie no se apoya sobre los tres puntos del trípode plantar sino sobre toda la planta del pie. En este caso la forma de pisar es hacia el interior de forma pronadora (Figura 4) (20).

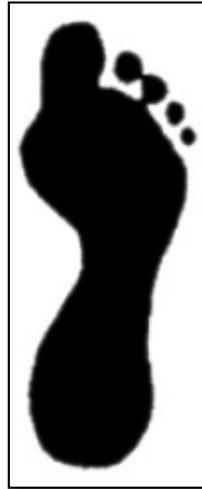
Figura N°4



Pie plano. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

B. Pie plano normal: Este tipo de pie se observa parte de la bóveda plantar, es decir se presenta en la impresión plantar un arca mínimo en la zona de la bóveda plantar presentándose de igual manera área mayoritaria de pisada. En este caso igual la pisada sigue siendo hacia dentro, es decir la pisada interna (Figura 5) (20).

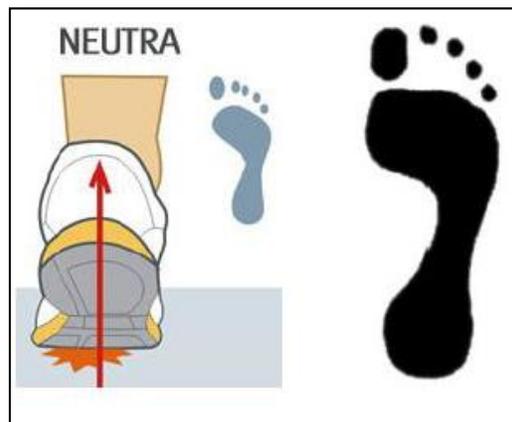
**Figura N°5**



Pie plano normal. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

- C. Pie normal: El pie normal se presenta de la forma más natural es decir se realiza una pisada de adentro hacia afuera es decir, primero los metatarsos y después la zona del calcáneo, en este caso el desgaste del zapato es uniforme (Figura 6) (20).

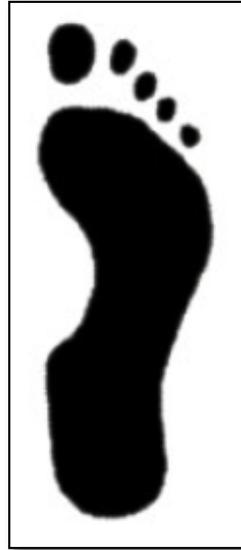
**Figura N°6**



Pie normal. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

D. Pie normal cavo: Este tipo de pie tiene una cualidad que el arco plantar empieza a disminuir su medida horizontalmente, es decir se presenta desgaste en la forma exterior del zapato haciendo que se pise más hacía esta zona, logrando disminuir la zona de contacto en la parte central del pie (Figura 7) (20).

**Figura N°7**



Pie normal cavo. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

E. Pie cavo: Consiste en una elevación atípica de la bóveda plantar, los dedos agarrotados hacia adentro, dando origen a que se presente desgaste en la parte exterior hacia afuera (Figura 8) (20).

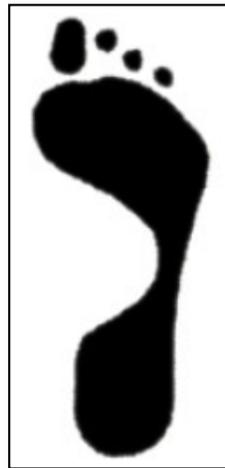
**Figura N°8**



Pie cavo. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

F. Pie cavo fuerte: Como su nombre lo indica es que el pie tiene sus dedos flexionados a tal punto que llega a disminuir el tamaño del pie haciendo más notorio el desgaste del zapato y de la forma de la pisada más hacia afuera (Figura 9) (20).

**Figura N°9**

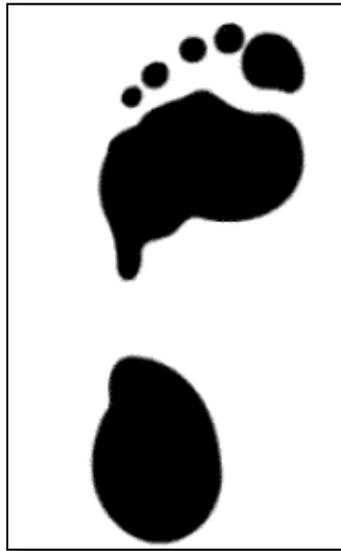


Pie cavo fuerte. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

G. Pie cavo extremo: aquí el pie se apoya sobre el borde extremo, mientras que en el borde interno se encuentra elevado, es decir es

un defecto de posición estructural del pie. Al ser esta patología no muy común es fácil identificar este tipo ya que el pie no deja huella en la parte central de la planta, ni en los dedos (Figura 10) (20).

**Figura N°10**



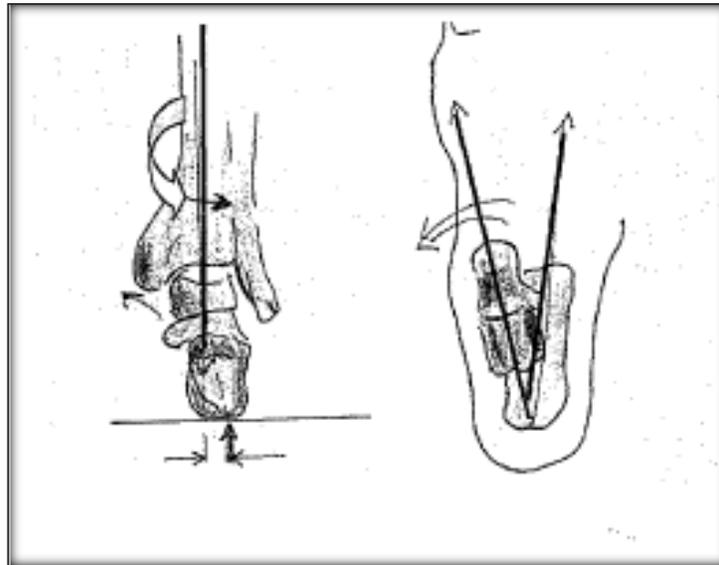
Pie cavo extremo. (Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes).

#### **1.5.4 Biomecánica del pie en el apoyo unipodal;**

Cuando caminamos, desplazamos un peso cuyo centro de gravedad lo situaríamos en las articulaciones lumbo-sacras. En situación estática, el sumatorio de los momentos tiende a ser igual a cero. Cuando desplazamos el centro de gravedad hacia adelante se genera un par de fuerzas y se produce un desequilibrio anterior que requiere un movimiento alternativo de las piernas. Cuanto mayor es el par, mayor el desequilibrio y más rápidos los apoyos, con el objeto de mantener una trayectoria en equilibrio con el centro de gravedad lo más plano posible, de manera que describe una línea discretamente sinusoidal. El momento ascendente de la senoide corresponde al apoyo unipodal, por lo que se requiere una estructura estable y amortiguada y se recurre a la bóveda. El inicio posterior de la bóveda está formado por huesos

grandes superpuestos verticalmente (astrágalo y calcáneo), formando junto con los huesos de la pierna, una columna. Si estuviesen totalmente alineados en un eje, resultarían comprimidos entre el cuerpo y el suelo, por ello presentan una doble desalineación posterior y transversal, es decir, cuando el calcáneo llega al suelo, es desequilibrado por la presencia de dos pares de fuerzas, que generan dos momentos: uno anterior y otro latero medial (Figura 11) (21, 22).

**Figura N°11**



La doble desalineación vertical imprime a partir del primer contacto pie-suelo un factor pronador que asegura la estabilidad del pie y direcciona o reconduce la carga (Introducción a la biomecánica del pie)

A partir de aquí, el resto del ciclo se compone de una serie de desequilibrios secuenciales que se trasladan de un hueso a otro siguiendo unas cadenas lógicas, con un efecto de fichas de dominó, es decir, el desplazamiento de cada uno de ellos es aprovechado para generar desplazamiento en el siguiente, por lo que cada vez la fuerza se va dispersando y los huesos, se van haciendo más pequeños. El calcáneo, en su caída anterior se encuentra con el cuboides, y éste con los metatarsianos quinto y cuarto, hasta que éstos se depositan en el

suelo. En este momento se requiere una estructura firme y discretamente elástica, es decir, un arco de carga. Como la proyección del eje de carga es más interna que el punto de apoyo, esta caída anterior también produce un desequilibrio medial, que hace que el cuboides "empuje" a la tercera cuña. El desequilibrio anterior va siendo amortiguado por los apoyos de los metatarsianos, de fuera hacia adentro. Podemos decir que se ha generado una secuencia interna del movimiento. En ese mismo instante, el desequilibrio anterior y medial del astrágalo, está empujando al escafoides, y a través de éste a las cuñas. Ello es posible porque que la superficie escafoidea presente una concavidad posterior, y las cuñas tienen articulaciones artrodiales en todas sus caras: compresión o cúspide de bóveda. Esta presión es absorbida porque se produce un cambio constante en su punto de aplicación de la presión para lo cual las cuñas tercera y segunda presentan un vértice inferior, mientras que la primera se opone, ofreciendo mayor resistencia, y presentando por tanto la base en situación plantar.

Podríamos decir que la fuerza que se proyectaría desde el astrágalo al escafoides, gracias al plano de movimiento de esta articulación, se fragmenta y dispersa en abanico hacia los cuneiformes, mientras que la caída en sentido plantar de la cabeza astragalina resulta suavizada por el ligamento calcáneo- escafoideo plantar (21, 22).

En este momento el antepié ha sido recorrido de fuera hacia adentro por un vector de barrido con una velocidad determinada que depende del grado de divergencia astrágalo calcanea y de la orientación del antepié: a mayor supinación o dispersión, mayor velocidad y por tanto mayor momento de pronación y consiguientemente más esfuerzo deberá soportar el arco interno, mientras que a menor grado, menor par, menor pronación, y más carga externa, es decir, menos amortiguación. El punto óptimo de divergencia debiera ser cuando en un plano frontal,

las distancias de los centros de la cabeza del astrágalo y de la articulación calcáneo cuboidea sean iguales. Nos encontramos constantemente con dos fuerzas: una anterior que nos desplaza hacia adelante, y otra medial que nos cambia el apoyo anterior secuencialmente hacia adentro.

La anterior es contenida o suavizada por la garra de los dedos, y la medial por la elasticidad del arco interno, por la fuerza y musculatura del primer radio, por las estructuras tendinosas retromaleolares internas y por el tibial anterior. La resultante se situaría en el segundo metatarsiano, que por ello resulta el más estable de los cinco. Por tanto la caída del pie sobre el suelo ha sido un desequilibrio organizado (21, 22).

Cuando el centro de gravedad del cuerpo se encuentra encima del pie, todas las estructuras musculares están en tensión, que será dispersada también en un riguroso orden. Esto requiere que exista una estructura aérea en el pie, capaz de amortiguar de forma progresiva, y por lo que los arcos plantares pierden altura y resistencia de fuera hacia adentro, situándose su cota más elevada y móvil en el arco interno, a la vez que unos dedos con capacidad creciente de garra, cuya mayor fuerza es realizada por el primero. La deformidad que la carga produce sobre el pie, lo que conocemos como pronación fisiológica, estimula a los receptores de presión y acumula en los arcos plantares una energía proporcional a su grado de deformación, que será aprovechada para convertirla en la fuerza necesaria para cuando en pie tenga que empujar hacia arriba al centro de gravedad, es decir, para el momento de impulso.

Cuanto mayor ha sido la carga exigida, mayor la energía acumulada, generándose una curva o "par" que tiene una fase de elasticidad durante la cual el pie soporta el peso perfectamente y que asciende hasta un "momento" óptimo. A partir de éste, entraríamos una fase

plástica en la que la estructura no soporta más carga, por lo que en la marcha hay un punto económico de rendimiento o momento de inercia, por debajo y por encima del cual, el aprovechamiento energético no es el adecuado, es decir, la energía producida y la consumida no se corresponden: cansa el caminar demasiado despacio porque se genera menos energía que la requerida, pero también ir demasiado rápido porque gastamos más que la producida (21, 22).

#### **1.5.5. Equilibrio estático:**

Definido como el proceso perceptivo – motor (es decir, ajuste entre la postura y las informaciones sensoriales, exteroceptivas y propioceptivas) que busca el mantenimiento de la postura en ausencia de movimiento. Puede producirse en forma refleja o voluntaria.

El cuerpo está sometido a continuos procesos de reequilibración. Incluso en situaciones estáticas se producen ajustes y reajustes destinados a mantener el equilibrio. La mecánica de estos sucesivos procesos de reequilibración, puede describirse de la siguiente forma:

- Los receptores sensoriales perciben un desequilibrio causado por el movimiento corporal, o por factores externos.
- A partir de esa información, el sistema nervioso ordena una gama de reacciones, (reequilibradoras) encaminadas al mantenimiento del equilibrio perdido (9).

##### **A. Factores que intervienen en el equilibrio estático:**

El equilibrio corporal se construye y desarrolla en base a las informaciones viso-espacial y vestibular. Un trastorno en el control del equilibrio, no sólo va a producir dificultades para la integración espacial, sino que va a condicionar en control postural. A continuación, vamos a distinguir tres grupos de factores:

- Factores Sensoriales: Órganos sensorio motores, sistema laberíntico, sistema plantar y sensaciones cenestésicas.
- Factores Mecánicos: Fuerza de la gravedad, centro de gravedad, base de soporte, peso corporal.
- Otros Factores: Motivación, capacidad de concentración, inteligencia motriz, autoconfianza (12).

#### B. Proceso evolutivo del equilibrio estático:

- 1ª Infancia (0-3 años): A los 12 meses el niño/a se da el equilibrio estático con los dos pies.
- Educación Infantil (3-6 años): Hay una buena mejora de esta capacidad, ya que el niño/a empieza a dominar determinadas habilidades básicas. Algunos autores afirman que esta es la etapa más óptima para su desarrollo. Sobre los 6 años.
- Educación Primaria (6-12 años): Los juegos de los niños/as, generalmente motores, contribuyen al desarrollo del equilibrio tanto estático como dinámico. Las conductas de equilibrio se van perfeccionando y son capaces de ajustarse a modelos.
- Educación Secundaria y Bachillerato (12-18 años): Se adquiere mayor perfección y se complican los equilibrios estáticos y dinámicos. Muchos otros autores, señalan que esta etapa es idónea para la mejora del equilibrio dinámico. En edades más avanzadas, aparece cierta involución en dicha capacidad, debido al deterioro del sistema nervioso y locomotor, acentuándose ésta con la inactividad (12).

## 1.6. Conceptos básicos:

- **CENTRO DE GRAVEDAD**

El centro de gravedad del cuerpo (CGC) representa el punto de aplicación de las resultantes de las fuerzas de gravedad de todos los segmentos. Este punto (CGC) durante la posición bípeda, erecta, está situado en la zona pélvica, por delante del sacro (17).

- **BASE DE SOPORTE**

Se refiere a la superficie delimitada por los apoyos imprescindibles para el mantenimiento de la postura habitual o de las posiciones de equilibrio (17).

- **SISTEMA LABERÍNTICO**

Situado en el oído interno, es el encargado de regular la postura, el equilibrio, el tono muscular y la orientación espacial, y sus receptores responden a la acción de la gravedad, a las aceleraciones lineales y a las aceleraciones angulares (12).

- **PROPIOCEPCIÓN**

Hace referencia a la capacidad del cuerpo de detectar el movimiento y posición de las articulaciones. Es importante en los movimientos comunes que realizamos diariamente y, especialmente, en los movimientos deportivos que requieren una coordinación especial (11).

- **SISTEMA PROPIOCEPTIVO**

Compuesto por una serie de receptores nerviosos que están en los músculos, articulaciones y ligamentos. Se encargan de detectar: Grado de tensión muscular Grado de estiramiento muscular, y mandan esta información a la médula y al cerebro para que la procese. Después, el cerebro procesa esta información y la manda a los músculos para que

realicen los ajustes necesarios en cuanto a la tensión y estiramiento muscular y así conseguir el movimiento deseado. Podemos decir que los propioceptores forman parte de un mecanismo de control de la ejecución del movimiento. Es un proceso subconsciente y muy rápido, lo realizamos de forma refleja (11).

- **FASCIA**

La fascia es una estructura de tejido conectivo muy resistente que se extiende por todo el cuerpo como una red tridimensional. Es de apariencia membranosa y conecta y envuelve todas las estructuras corporales. Da soporte, protección y forma al organismo. Constituye el material de envoltorio y aislamiento de las estructuras profundas del cuerpo. Este sistema de fascias está caracterizado por una gran capacidad de deslizamiento y desplazamiento. (2).

- **APONEUROSIS**

Membrana fibrosa (formada principalmente por fibras de colágeno), que sirve para la inserción de los músculos. Antes también se designaban con este nombre las cubiertas musculares, especialmente las más gruesas, pero en la actualidad se suelen denominar fascias (10).

- **BOVEDA PLANTAR**

Conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Gracias a sus modificaciones de curva y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y el peso del cuerpo en las mejores condiciones mecánicas. Desempeña papel de amortiguador indispensable para flexibilidad en la marcha. Las alteraciones que pueden acentuar o disminuir sus curvas repercuten gravemente en el apoyo en el suelo (22).

## **1.7. Hipótesis:**

### **1.7.1 Hipótesis principal:**

Si los tipos de pie son determinados por la plantigrafía, en la cual se localizan los puntos de apoyo, podemos decir que si son inadecuados cambiaría la base de soporte normal y alteraría la estabilidad, entonces los tipos de pie tendrían relación con el equilibrio estático en los niños de 10 y 11 años de la institución educativa N° 70035 Bellavista.

### **1.7.2. Hipótesis nula:**

Si el pie no tiene un adecuado contacto en sus puntos de apoyo, no alteraría la base de soporte y esta es importante ya que interviene en la estabilidad, entonces se podría decir que el tipo de pie no tendría relación con el equilibrio estático en los niños de 10 y 11 años de la Institución educativa N° 70035 Bellavista.

### **1.7.3. Hipótesis secundarias:**

- A. Es probable que en los niños de 10 y 11 años de la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista el tipo de pie que presentará en la mayoría de los casos sea pie plano.
- B. Es probable que en los niños de 10 y 11 años de la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista el equilibrio estático en la mayoría de los casos sea deficiente.

### **1.7.4. Hipótesis estadística:**

Existiría una relación estadísticamente significativa entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno. 2017

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Nivel, tipo y diseño de investigación:**

##### **2.1.1. Nivel de la investigación:**

Relacional

##### **2.1.2. Tipo de investigación:**

No experimental

##### **2.1.3. Diseño de la investigación:**

Transversal

#### **2.2. Población, muestra y muestreo:**

##### **2.2.1. Población:**

Cuarenta niños de 10 y 11 años matriculados en la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista.

##### **2.2.2. Muestra:**

Estuvo conformada por 31 niños que cumplieron los criterios de inclusión.

##### **2.2.3 Muestreo:**

Intencional no probabilístico, censal.

#### **2.3. Técnicas e instrumentos:**

##### **2.3.1. Técnicas:**

Para la variable 1: Evaluación Fisioterapéutica.

Para la Variable 2: Evaluación Plantar.

### **2.3.2. Instrumentos:**

A. Para la variable 1: Test de flamenco (Anexo 2).

B) Para la variable 2 (Protocolo de Hernández de Corvo) (Anexo 3)

### **2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos:**

#### **2.4.1. Matriz de base de datos:**

A. Matriz de base de datos para el instrumento de la V1:

Consta de una hoja de Microsoft Excel 2016, donde en una tabla se detalla cada sub indicador con sus respectivos resultados.

El modelo y contenido se adjunta en el anexo N° 7.

B. Matriz de base de datos para el instrumento de la V2:

Consta de una hoja de Microsoft Excel 2016, donde en una tabla se detalla cada indicador del tipo de pie y los resultados de cada ítem por cada indicador.

El modelo y contenido se adjunta en el anexo N° 8.

#### **2.4.2. Sistematización de cómputo:**

El procesamiento de los datos se realizó mediante software estadístico SPSS 23.

Se realizaron las tablas univariadas para expresar las frecuencias relativas y frecuencias absolutas.

Así mismo se diseñaron las tablas de contingencia para determinar la influencia de la intervención fisioterapéutica con la recuperación funcional.

Para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba de chi cuadrado ( $X^2$ ).

Finalmente, la representación gráfica de las frecuencias se realizó mediante diagramas de barras en SPSS 23.

### **2.4.3. Pruebas estadísticas:**

#### A. CHI cuadrado ( $X^2$ )

Permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas. Esta prueba nos indica si existe o no una relación entre las variables, pero no indica el grado o el tipo de relación; es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia.

## CAPÍTULO III RESULTADOS

### 3.1. Resultados de la variable 1:

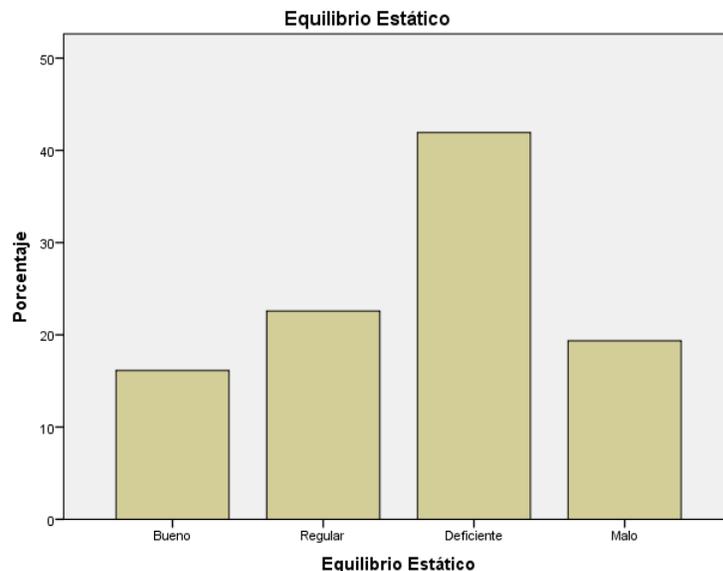
**Tabla N° 2: Resultados del equilibrio estático**

	Frecuencia	Porcentaje
Válido Excelente	0	0
Bueno	5	16,1
Regular	7	22,6
Deficiente	13	41,9
Malo	6	19,4
Total	31	100,0

**Fuente:** Elaboración propia.

La tabla N° 2 muestra que el 41.9% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista tiene un equilibrio estático deficiente.

**GRAFICA N° 1: Resultados del equilibrio estático**



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.2 Resultados de la variable 2:

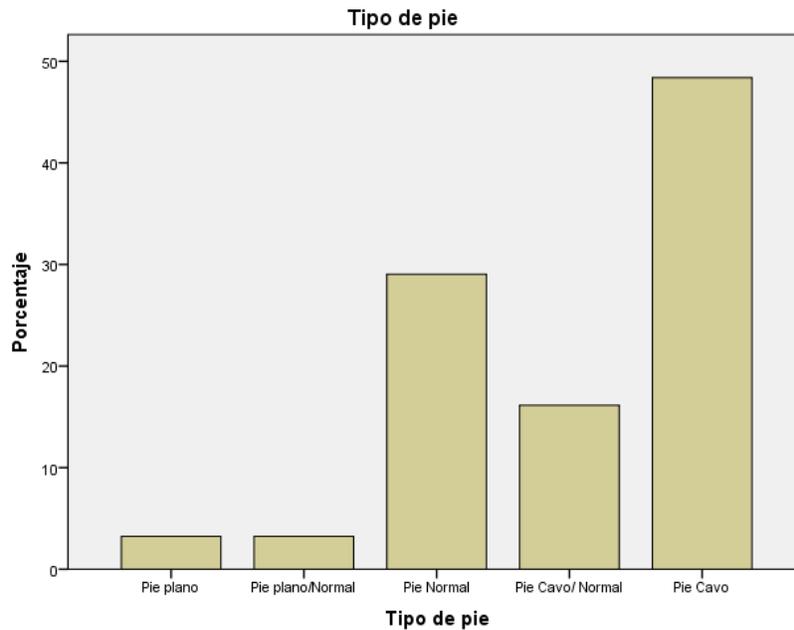
**Tabla N° 3: Resultados del tipo de pie**

	Frecuencia	Porcentaje
Válido Pie plano	1	3,2
Pie plano/Normal	1	3,2
Pie Normal	9	29,0
Pie Cavo/ Normal	5	16,1
Pie Cavo	15	48,4
Pie Cavo fuerte	0	0
Pie Cavo extremo	0	0
Total	31	100,0

**Fuente:** Elaboración propia.

La tabla N° 3 muestra que el 48.4% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista tiene un tipo de pie cavo.

**GRAFICA N° 2: Resultados de tipo de pie**



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3. Resultados del problema de investigación:

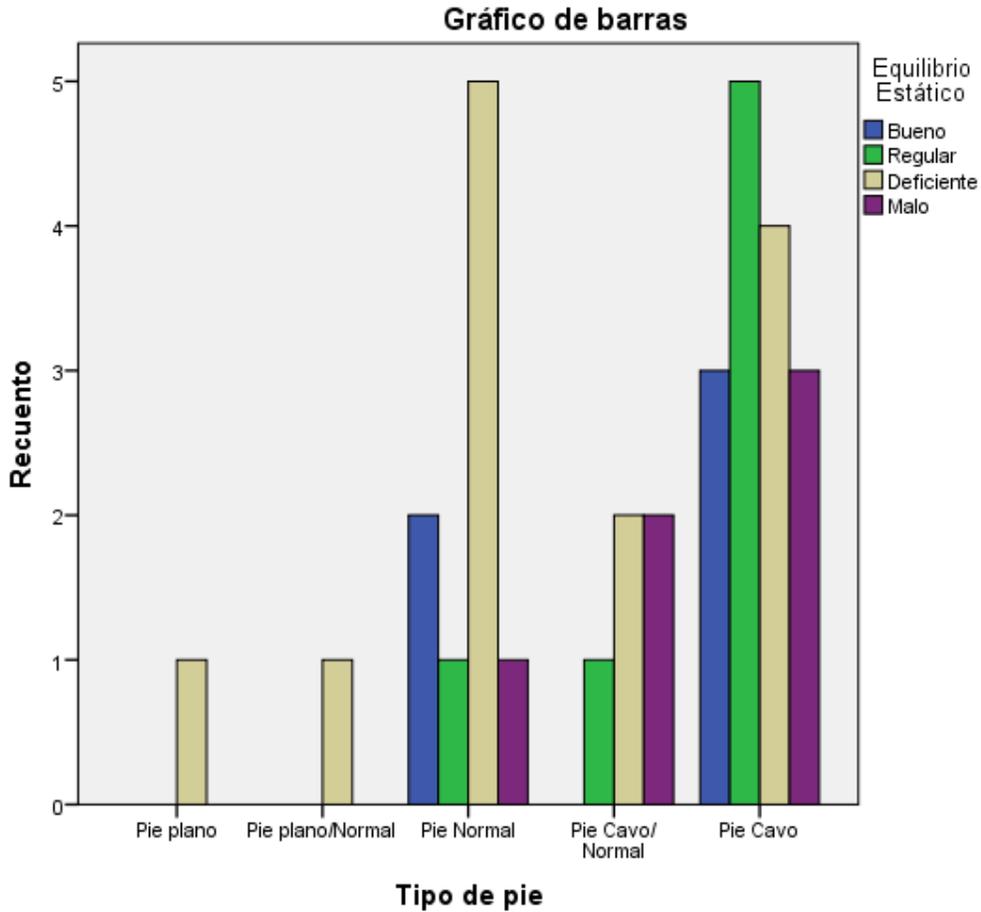
**Tabla N° 4: Resultados del problema de investigación**

			Equilibrio Estático				Total
			Bueno	Regular	Deficiente	Malo	
Tipo de pie	Pie plano	Recuento	0	0	1	0	1
		% dentro de Equilibrio Estático	0,0%	0,0%	7,7%	0,0%	3,2%
Pie plano/Normal	Pie plano/Normal	Recuento	0	0	1	0	1
		% dentro de Equilibrio Estático	0,0%	0,0%	7,7%	0,0%	3,2%
Pie Normal	Pie Normal	Recuento	2	1	5	1	9
		% dentro de Equilibrio Estático	40,0%	14,3%	38,5%	16,7%	29,0%
Pie Cavo/Normal	Pie Cavo/Normal	Recuento	0	1	2	2	5
		% dentro de Equilibrio Estático	0,0%	14,3%	15,4%	33,3%	16,1%
Pie Cavo	Pie Cavo	Recuento	3	5	4	3	15
		% dentro de Equilibrio Estático	60,0%	71,4%	30,8%	50,0%	48,4%
Total	Total	Recuento	5	7	13	6	31
		% dentro de Equilibrio Estático	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla N° 4 de contingencia podemos apreciar que el 3.2% que son un total 01 personas tienen tipo de pie plano y equilibrio estático deficiente; el 6.5% tienen el Pie normal y equilibrio estático bueno; el 16.1% tienen el pie normal y el equilibrio estático deficiente; el 3.2% del total tiene el pie normal y el equilibrio estático malo.

**GRAFICA N° 3: Relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie**



**FUENTE:** Elaboración propia.

$$X^2 = 7,886^a \quad \text{gl} = 12 \quad \text{P - valor} = 0,794$$

Dado que el p-valor hallado igual a 0.794 es mayor al valor de significancia alfa de 0.05 entonces podemos indicar que no existe evidencia estadísticamente significativa para la relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie.

### **3.4. Discusión de los resultados:**

#### **3.1.1 Discusión de los resultados a nivel de la variable 1: Equilibrio estático:**

En el presente trabajo de investigación los resultados que presentan en el equilibrio estático es deficiente con un 41,9% de la población, los cuales se aproximan a los resultados de Pinto Bejarano M. 2015 (31) que obtuvo un 44,71% de los estudiantes evaluados tuvo un equilibrio estático que va de regular a malo; ambos resultados difieren de Suarez Valenzuela D. 2016 que obtuvo un equilibrio estático entre regular, deficiente y malo, presentándose en el 71% de la población (25).

#### **3.1.2 Discusión de los resultados a nivel de la variable 2: Tipo de pie:**

En el presente trabajo de investigación los resultados que presentan en el tipo de pie fue un 48.4% con un tipo de pie cavo, los cuales se aproximan a los resultados de Suarez Valenzuela D. que obtuvo un 45.12% con tipo de pie cavo; por otro lado se encontró un tipo de pie plano en el 3.2% de la población en esta investigación, a diferencia de Suarez Valenzuela D. 2016 que obtuvo un 22,35% en el tipo de pie plano (25), que se asemeja al 21,18% en el tipo de pie plano que obtuvo Pinto Bejarano M 2015 (31).

#### **3.1.3 Discusión de los resultados del problema:**

En el presente trabajo Dado que el p-valor hallado igual a 0.794 es mayor al valor de significancia alfa de 0.05 entonces podemos indicar que no existe evidencia estadística significativa para la relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie.

#### **4. Conclusiones:**

- Primera:** El equilibrio estático es deficiente en los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.
- Segunda:** El tipo de pie cavo se presenta en los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.
- Tercera:** Se concluye que no hay relación entre el tipo de pie y el equilibrio estático en de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.

## **5. Recomendaciones y/o sugerencias:**

- Primera:** A la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista para que realice programas de detección de alteraciones del equilibrio estático, para de esta manera evitar complicaciones con el equilibrio de los niños
- Segunda:** A los Tecnólogos médicos del área de terapia física y rehabilitación que implemente un programa de detección de alteraciones en el pie, como parte del programa nacional de salud del niño y del adolescente.
- Tercera:** A los bachilleres de la carrera de tecnología médica en el área de terapia física y rehabilitación, realicen campañas en las diferentes instituciones educativas.
- Cuarta:** A los Terapeutas físicos, que realicen investigaciones entre la relación del equilibrio estático y otros sistemas, como el óptico o el vestibular.

## 6. Referencia bibliográfica:

- 1) Vidal, L. Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del instituto educativo primaria República de Irlanda-Distrito de Pueblo Libre. Lima, Perú.2014.
- 2) Samarco G, Tood Hockenbury R. Biomecánica básica del sistema músculo esquelético. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 2004. 228 – 265 p.
- 3) Espinoza Navarro O, Olivares Urquieta M, Palacios Navarrete P, Robles Flores N. Prevalencia de Anomalías de Pie en Niños de Enseñanza Básica de Entre 6 a 12 años, de Colegios de la Ciudad de Arica-Chile. Int J Morph. Junio de 2013;31(1):162–8.
- 4) Zavala Velásquez GS. Alteraciones posturales de la columna vertebral dorso lumbar y el equilibrio dinámico en niños de tercer y cuarto grado del nivel primario de la institución educativa San Agustín en el distrito de Comas, 2012
- 5) Zegarra H, Barrera S, Gallardo V. Pie plano. RevPaceñMed Fam. 2009;6(10):68–74.
- 6) Abián Vicén J, Alegre Durán L, Lara Sánchez A, Jiménez Linares L, Aguado Jódar X. Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. ArchMedDeport. 2005;22(108):285–92.
- 7) Giraldo Mateos MV, Palomo López P. Análisis de la huella plantar en escolares de 8 a 10 años. RevInt Cien Podol. Abril de 2016;10(2):70–84.
- 8) Lara Diéguez S, Lara Sánchez AJ, Zagalaz Sánchez ML, Martínez López EJ. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. RETOS Nuevas TendEduc Fis Deporte Recreación. 2011;(19):49–53. 7.
- 9) Hernandez Alvarez J.L. Evaluación en educación y evaluación del aprendizaje en educación física. 2004- 1 España, Grao. 115 – 116.

- 10) Leal Quevedo F.J. El pediatra eficiente. 2013 setima edición. Colombia. Editorial Médica panamericana.
- 11) Downey J. Manual de ejercitación psicomotora postural 2011.
- 12) Muñoz D. La coordinación y el equilibrio en el área de educación física, actividades para su desarrollo. Revista Digital Buenos Aires. 2009; 13 (130)
- 13) Anchuela J. Análisis cinético de la marcha tras la artroplastia de rodilla rehabilitación. 1999; 33(3).
- 14) Benítez, J.D.; Morente, A.; Guillén, M. 2010. Justificación de la utilización de la Batería EUROFIT en Educación Física. *Trances*, 2(5):498-510
- 15) Hernández Corvo R. Morfología funcional deportiva: sistema locomotor. *RevIntMedCiencActFísDeport*. Septiembre de 2006;6 (23):165–72.
- 16) Barajas Ramón Y, Santana Lobo F. Características morfológicas de los deportistas con altos logros de las selecciones de levantamiento de pesas, voleibol y karate-do del departamento de Córdoba, Colombia. *RevDigEFDeportes*. Septiembre de 2010;15(148):1.
- 17) Fernández Sánchez A, León Pérez S. Caracterización del apoyo plantar en deportistas élites de Cuba. 2004;8.
- 18) Tejada C, Vélez A. Caracterización de la postura bípeda de las personas vinculadas al programa de actividad física PROSA de la Universidad de Antioquia Report No.: 121.
- 19) Rueda M. Apunts medicina del' esport, Centro de Estudios del Pie Univ. Internacional de Catalunya. Escola Gimbernat España 2003
- 20) Carreño Abad J. Cabrera Saenz P. Diseño e implementación de un sistema de análisis de las presiones plantares en estática basado en procesamiento de imágenes. [Tesis de Grado], Cuenca – Ecuador: Universidad politécnica Salesiana: 2014.

- 21) Lelievre J, Lelievre JF. La cúpula plantar. En: *Patología del Pie*. 4a Ed Toray-Masson, Barcelona, 1982:35-51.
- 22) Kapandji IA. *Cuaderno de Fisiología articular*. 3era Ed. Toray- Masson, Barcelona, 1980: 196-213.
- 23) Díaz C, Haro F. Técnicas de Exploración en Medicina Nuclear. Barcelona: Elseiver España; 2004.
- 24) Thibodeau G, Patton K. Anatomía y fisiología. España: Ediciones Harcourt, S.A.; 2000.
- 25) Suarez Valenzuela D. El pie plano y su influencia en el equilibrio estático de los estudiantes del circuito N° 1 de la ciudad de Milagro. [Tesis de Maestría], Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato: 2016.
- 27) Ponce Contreras N. Eficacia de un programa de ejercicio físico para mejorar el equilibrio estático y dinámico en ancianos institucionalizados. Navarra España. 2013 [Tesis de licenciatura] Lima – Perú. 2013 Universidad mayor de San Marcos 2013.
- 28) Arevalo Mora J. Los tipos de pie y su repercusión en el rendimiento motor. España 2013 [Tesis de licenciatura] Andalucía – España. 2013. Universidad de Cadíz 2013.
- 29) Jiron Paredes J. El tipo de pie en relación al IMC (índice de masa corporal) de los estudiantes de la Unidad Educativa “Picaihua”. [Tesis de Licenciatura] Ambato – Ecuador 2017. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias humanas y de la Educación. Carrera de Cultura Física.
- 30) Neyra Rojas L. Eficacia de un programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los adultos mayores de la Comunidad Familiar de Rehabilitación Integral Miraflores Arequipa – 2014. [Tesis de Licenciatura]. Arequipa – Perú 2015. Universidad Alas Peruanas 2015.
- 31) Pinto Bejarano M. Influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E. Particular Peruano Suizo

Alfred Werner - Arequipa, 2015. [Tesis de licenciatura] Arequipa – Perú 2015. Universidad Alas peruanas 2015.

- 32) Peralta Gonzales S. Rendimiento académico en el área de educación física relacionado al tipo de huella plantar en niños de 6-12 años de un colegio de Lima [Tesis de Licenciatura] Lima – Perú 2017. Universidad Católica Sedes Sapientae 2017.

## 7. Anexos:

### 7.1. Anexo 1 : Mapa de ubicación



Mapa del Perú resaltando la región Puno.



Mapa de la región Puno, resaltando sus provincias.



Mapa de la provincia de Arequipa resaltando el distrito y su dirección domiciliaria.

:

## ANEXO 2

### Glosario

- **Sesamoideo:** Un hueso sesamoideo es un hueso pequeño y redondeado incrustado en un tendón sometido a compresión y a fuerza de tensión habituales. Los huesos sesamoideos se encuentran en diversas articulaciones del cuerpo.
- **Maléolo:** Apófisis redondeada de la tibia y el peroné a cada lado de la articulación del tobillo.
- **Trabécula:** Cada una de las prolongaciones formadas por tejido óseo que limitan las cavidades medulares de sustancia esponjosa.
- **Metatarsalgia:** es el dolor de los metatarsos, generalmente a nivel de su epífisis o cabeza proximal. En ocasiones es tratada durante años mediante automedicación, cuando en realidad suele requerir tratamiento ortopédico (plantillas individualizadas) pues la causa más común y muy frecuente es el pie cavo.
- **Aponeurosis:** Membrana conjuntiva que recubre los músculos y sirve para fijarlos a otras partes del cuerpo.
- **Compresión:** Un proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen.
- **Articulación Diartrodial:** Articulaciones móviles o sinoviales; se caracterizan por la diversidad y amplitud de los movimientos que permiten a los huesos.

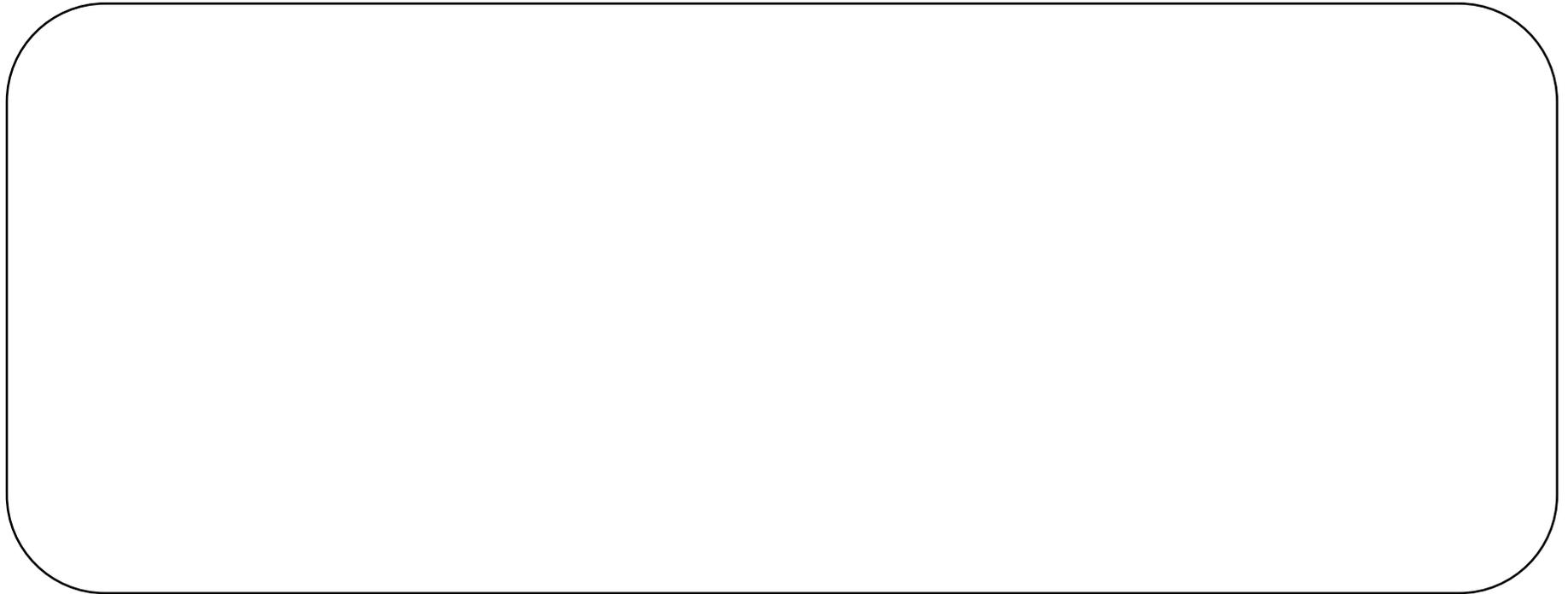
### Anexo 3

#### FICHA DE EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO ESTÁTICO

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	EDAD	SEXO	N° DE INTENTOS	VALORACION
P - 001					
P - 002					
P - 003					
P - 004					
P - 005					
P - 006					
P - 007					
P - 008					
P - 009					
P - 010					
P - 011					
P - 012					
P - 013					
P - 014					
P - 015					
P - 016					
P - 017					
P - 018					
P - 019					
P - 020					
P - 021					
P - 022					
P - 023					
P - 024					
P - 025					
P - 026					
P - 027					
P - 028					
P - 029					
P - 030					
P - 031					

## Anexo 4

### EVALUACIÓN DEL TIPO DE PIE MEDIANTE EL PROTOCOLO HERNANDEZ DE CORVO



1) Huella plantar

2) Medidas del pie

Código:

P - 0\_\_

Huella plantar	Pie derecho	Pie izquierdo	Observaciones
Medida Fundamental (cm)			
X (cm)			
Y (cm)			
ay (cm)			
ta (cm)			
X %			
Tipo de pie (resultado)			

## **Anexo 5**

### **Protocolo para la aplicación del Test de Flamenco**

Inicialmente, el ejecutante se coloca en posición erguida, con un pie en el suelo y el otro apoyado sobre una tabla de 3 cm. de ancho.

A la señal del controlador, el ejecutante pasará el peso del cuerpo a la pierna elevada sobre la tabla, flexionando la pierna libre hasta poder ser agarrada por la mano del mismo lado del cuerpo.

El test se interrumpe en cada pérdida de equilibrio del sujeto, conectando inmediatamente el cronómetro cada vez que vuelva a mantener el equilibrio de una forma continuada hasta un tiempo total 1 min.

Si el ejecutante cae más de quince veces en los primeros 30 seg. Se finaliza la prueba.

Se contabilizará el número de intentos necesarios para guardar el equilibrio en 1 min., y se realizarán varios intentos previos antes de cronometrar al sujeto o la prueba definitiva.

Para la realización de esta prueba se requiere una tabla de madera sujeta por dos soportes y un cronómetro.

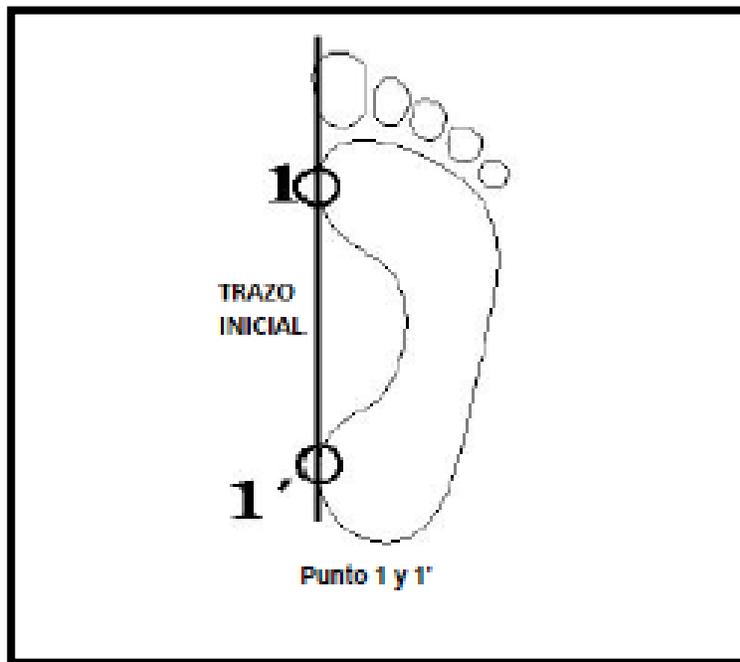
## Anexo 6

### Protocolo para la aplicación del Método Hernández de Corvo

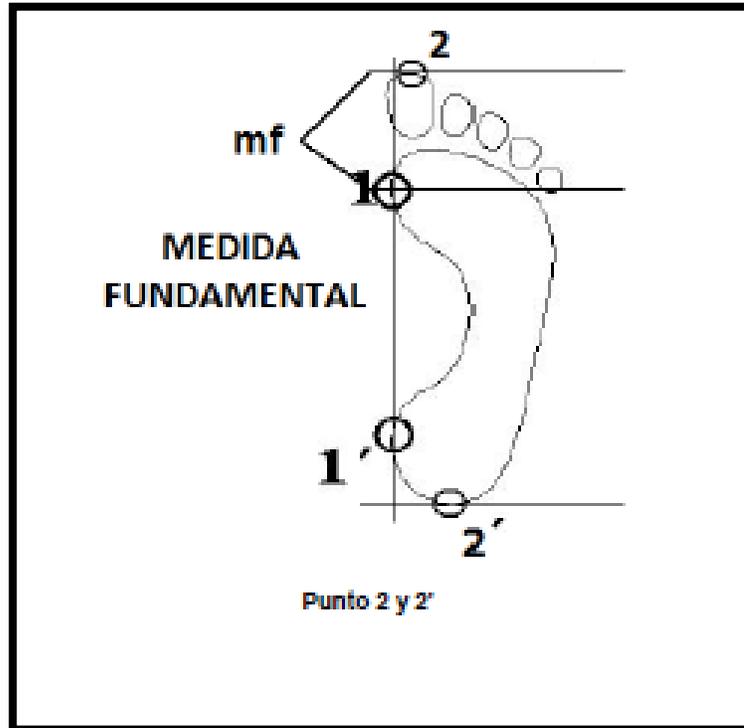
Este método consiste en resaltar unos puntos sobre el registro de la huella plantar y sobre ellos se trazan líneas paralelas y perpendiculares.

Aguado describe el método Herzco de la siguiente forma:

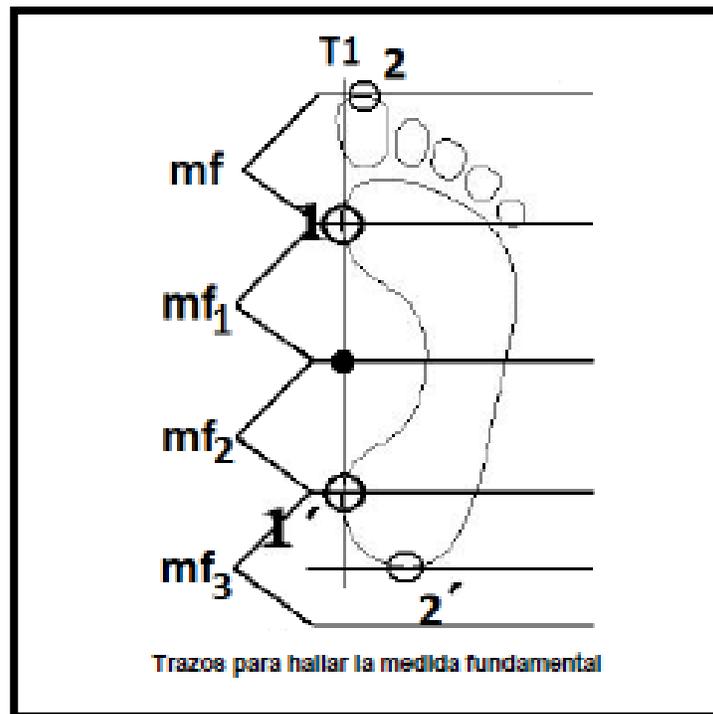
- Se marcan los puntos 1 y 1', sobre ellos se hace el trazo inicial



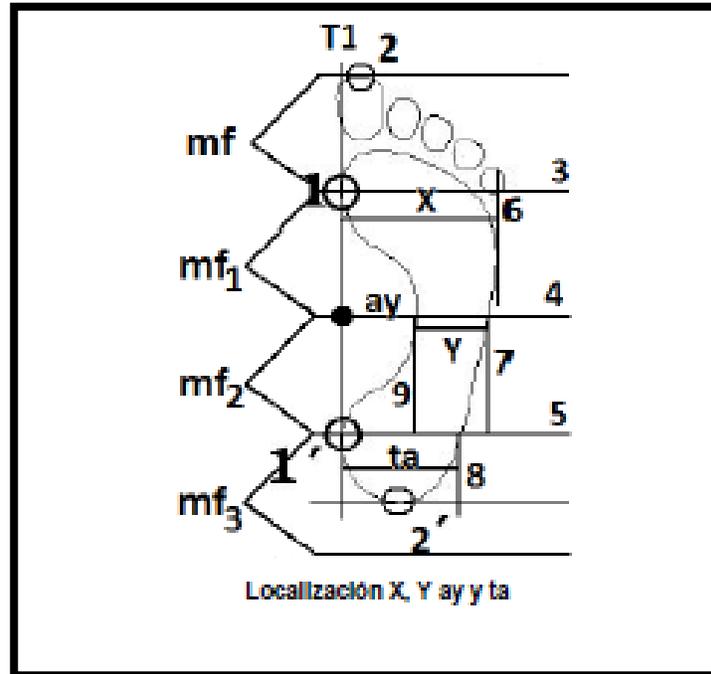
- Se marcan los puntos 2 y 2', sobre cada uno de ellos se trazan líneas perpendiculares al trazo inicial. El punto 2 debe pasar por el dedo que sobresalga más.



- Se toma como medida fundamental la distancia entre el punto 1 y la perpendicular que forma con el punto 2. Asimismo, a lo largo del trazo inicial se marca varias veces la medida fundamental (MF). Se trazan líneas perpendiculares al trazo inicial, por cada punto donde acaben las medidas fundamentales (líneas 3, 4 y 5). Al mismo tiempo, en relación a estas líneas, se trazan perpendiculares por los puntos más externos de la huella plantar (6, 7 y 8).



- Se traza la línea 9, que pasan por el borde interno del pie, entre las líneas 4 y 5. Siendo la distancia entre los trazos 7 y 9 la anchura del mediopié, la cual se marca como "Y".
- La anchura del antepié se encuentra delimitada por los trazos 1 – 1' y 6, la cual da lugar a "X"



- Con los valores de “X” y “Y” se aplica la fórmula (Anexo 5):  $((X - Y) / X) \times 100$ .

Con el valor del porcentaje obtenido se realiza la valoración del tipo de pie, de acuerdo con la clasificación.

$$HC(\%) = \frac{(X - Y)}{X} \cdot 100$$

Ecuación de Hernández Corvo (1989) para evaluar el tipo de pie: 0-34%: Pie plano; 35-39%: Pie plano/normal; 40-54%: Pie normal; 55-59%: Pie normal/cavo; 60-74%: Pie cavo; 75-84%: Pie cavo fuerte; 85-100%: Pie cavo extremo.

## Anexo 7

Test de flamenco					
Paciente	Edad	Sexo	Pie	Nº de intentos	Valoración
1	10	F	IZQ	15	MALO
2	11	M	IZQ	14	DEFICIENTE
3	10	M	IZQ	13	DEFICIENTE
4	11	F	IZQ	14	DEFICIENTE
5	11	M	DER	3	REGULAR
6	10	F	IZQ	11	DEFICIENTE
7	11	F	DER	3	REGULAR
8	10	F	IZQ	15	MALO
9	10	F	DER	10	DEFICIENTE
10	11	M	DER	16	MALO
11	11	M	IZQ	10	DEFICIENTE
12	10	M	DER	10	DEFICIENTE
13	10	M	DER	12	DEFICIENTE
14	10	M	DER	3	REGULAR
15	11	M	DER	11	DEFICIENTE
16	11	M	IZQ	11	DEFICIENTE
17	11	M	DER	11	DEFICIENTE
18	10	M	DER	3	REGULAR
19	10	M	DER	16	MALO
20	10	F	DER	10	DEFICIENTE
21	11	M	IZQ	2	BUENO
22	10	F	DER	2	BUENO
23	10	M	DER	16	MALO
24	10	F	DER	3	BUENO
25	10	M	DER	2	BUENO
26	10	F	IZQ	3	REGULAR
27	10	M	DER	11	DEFICIENTE
28	10	M	DER	3	REGULAR
29	10	M	DER	16	MALO
30	10	F	DER	3	REGULAR
31	10	M	IZQ	2	BUENO

### Anexo 8

Protocolo Hernández de Corvo							
PACIENTE	MEDIDA FUNDAMENTAL (cm)	X (CM)	Y (cm)	ay (cm)	ta (cm)	X %	TIPO DE PIE
1	5,4	7.7	2.8	4	5	63.6	CAVO
2	5,1	7,5	2,9	3,8	5,4	61,3	CAVO
3	5,4	8,4	4,1	3,1	5,7	51,1	NORMAL
4	6	7,5	3,9	2,6	5	48	NORMAL
5	5	8,2	3,3	4,4	5,3	59,7	CAVO
6	5,4	7,3	2,1	4,1	4,5	71,2	CAVO
7	5	7,5	2,3	3,6	4,5	69,3	CAVO
8	6	7,7	2,7	3,4	4,6	64,9	CAVO
9	5,7	7,4	2,2	4,2	5,1	70,2	CAVO
10	5	7,9	3,3	3,9	5,4	58,2	NORMAL CAVO
11	4,4	7,2	4,7	2	5,3	34,7	PLANO NORMAL
12	5,4	7,5	3,7	2,9	5,7	50,6	NORMAL
13	4,3	7,1	5,1	1,6	4,8	28,1	PLANO
14	4,5	8,1	4	3,1	5	50,6	NORMAL
15	6,2	8,1	3	3,7	4,5	62,9	CAVO
16	4,9	7,1	3,2	3,1	4,3	54,9	NORMAL CAVO
17	4,5	7,1	2,5	3,4	5,9	64,7	CAVO
18	5	8,6	3,1	3,6	5,6	63,9	CAVO
19	5,1	8,4	3,6	3,8	5,4	57,1	NORMAL CAVO
20	4,7	7,2	3,7	2,8	4,1	48,6	NORMAL
21	5,2	7,5	2,1	4,2	4,1	72	CAVO
22	5	7,2	2,3	3,7	4,1	68,05	CAVO
23	5,3	8,3	3,8	4,1	4,9	54,2	NORMAL
24	5	7,9	3,9	3,6	4,7	50,6	NORMAL
25	5,1	7,3	4,4	2	4,5	39,7	NORMAL
26	5,2	6,4	2	3,2	3,4	68,7	CAVO
27	5,2	7,6	4,2	2,3	5,1	44,7	NORMAL
28	4,6	7,4	3,3	3,6	5	55,4	NORMAL CAVO
29	4,9	8,2	2,9	4,1	5,1	64,6	CAVO
30	5,3	7,4	2,8	2,7	4,4	62,1	CAVO
31	5,4	7,3	2,2	3,8	4,1	69,8	CAVO

## Anexo 9

### Relación entre el equilibrio estático y la edad

		Equilibrio Estático				Total
		Bueno	Regular	Deficiente	Malo	
Edad 10 años	Recuento	4	5	7	5	21
	% dentro de Equilibrio Estático	80,0%	71,4%	53,8%	83,3%	67,7%
11 años	Recuento	1	2	6	1	10
	% dentro de Equilibrio Estático	20,0%	28,6%	46,2%	16,7%	32,3%
Total	Recuento	5	7	13	6	31
	% dentro de Equilibrio Estático	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En el anexo 9 se encuentra una tabla donde se muestra la relación entre el equilibrio estático y la edad en los niños de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista, en donde se puede apreciar que tanto en los de 10 y 11 años su equilibrio estático es deficiente.

## Anexo 10

### Relación entre el equilibrio estático y el sexo

		Equilibrio Estático				Total
		Bueno	Regular	Deficiente	Malo	
Sexo Femenino	Recuento	2	3	3	2	10
	% dentro de Equilibrio Estático	40,0%	42,9%	23,1%	33,3%	32,3%
Masculino	Recuento	3	4	10	4	21
	% dentro de Equilibrio Estático	60,0%	57,1%	76,9%	66,7%	67,7%
Total	Recuento	5	7	13	6	31
	% dentro de Equilibrio Estático	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En el anexo 10 se encuentra una tabla donde se muestra la relación entre el equilibrio estático y sexo en los niños de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista, en donde se puede apreciar que en los niños de sexo masculino su equilibrio estático predominante es deficiente.

## Anexo 11

### Relación entre el equilibrio estático y la lateralidad

			Equilibrio Estático				Total
			Bueno	Regular	Deficiente	Malo	
Pie Derecho	Recuento		3	6	7	4	20
	% dentro de Equilibrio Estático		60,0%	85,7%	53,8%	66,7%	64,5%
Pie Izquierdo	Recuento		2	1	6	2	11
	% dentro de Equilibrio Estático		40,0%	14,3%	46,2%	33,3%	35,5%
Total	Recuento		5	7	13	6	31
	% dentro de Equilibrio Estático		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En el anexo 11 se encuentra una tabla donde se muestra la relación entre el equilibrio estático y la lateralidad en los niños de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista, en donde se puede apreciar que en ambos pies su equilibrio estático predominante es deficiente.

## ANEXO 12

### *“Año del Buen Servicio al Ciudadano”*

#### **SOLICITO: Autorización para realizar trabajo de investigación.**

Sr. Director de la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista de la ciudad de Puno.

Yo, Yessú Said Macedo Malaga, con DNI N° 72411714, y con domicilio en la Urb. Victor Andrés Belaunde, III etapa O – 15 Puno, Perú, Bachiller de la Escuela académico profesional de tecnología médica, de la facultad de ciencias de la salud, de la Universidad Alas Peruanas - Filial Arequipa, ante usted, con debido respeto me presento y expongo:

Que teniendo que realizar mi Tesis para poder obtener el título de Licenciado en Tecnología Médica, en la especialidad de Terapia Física y rehabilitación, es que recurro a usted, para que me autorice, en poder realizar mi trabajo de investigación en estudiantes de 10 y 11 años de edad, donde se aplicara dos instrumentos para evaluar el tipo de pie y el equilibrio estático.

Por lo que ruego a usted, acceder a lo solicitado.

### ANEXO 13

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mediante la firma de este documento, doy mi consentimiento para la participación de mi menor hijo de manera voluntaria en la presente investigación, que tiene como título: **RELACIÓN ENTRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y EL TIPO DE PIE EN NIÑOS DE 10 Y 11 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 70035 BELLAVISTA - PUNO. 2017**

La participación consiste en la aplicación de dos evaluaciones, una donde se tomara una plantigrafía de ambos pies para poder identificar el tipo de pie, y la otra es un test de equilibrio estático (Pararse sobre un pie). Así mismo se me dijo que los datos que yo proporcione serán confidenciales, sin haber la posibilidad de identificación individual, también que mi menor hijo pueda dejar de participar en esta investigación en el momento en que lo desee.

Previamente me han explicado que es el responsable de la investigación y que la están realizando como parte de la experiencia.

.....

Firma del apoderado

.....

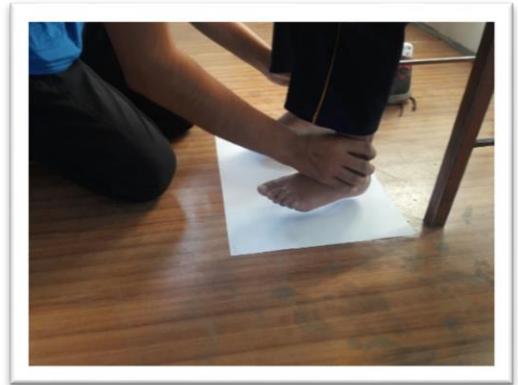
Firma del investigador.

Puno - Perú

**ANEXO 14**  
**EVIDENCIA**



**Test de Flamenco.**



**Obtención de la huella plantar.**



**Obtención de la huella plantar.**



**Obtención de la huella plantar.**



**Aplicación del protocolo de Hernández de corvo.**

Anexo 15

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RELACIÓN ENTRE EL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y EL TIPO DE PIE EN NIÑOS DE 10 Y 11 AÑOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIMARIA N° 70035 BELLAVISTA - PUNO. 2017

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p><b>Principal:</b></p> <p>¿Existe relación entre el equilibrio en estático y el tipo pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017?</p> <p><b>Secundarios:</b></p> <p>A. ¿Cómo es el equilibrio estático en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017?</p> <p>B. ¿Cuál es el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la relación del equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <p>A. Evaluar el equilibrio estático en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017.</p> <p>B. Identificar el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno 2017.</p>	<p><b>Principal:</b></p> <p>Si el pie no tiene una correcta distribución de las cargas, alteraría la base de soporte y esta es importante ya que interviene en la estabilidad, entonces se podría decir que el tipo de pie tendría relación con el equilibrio estático en los niños de 10 y 11 años de la institución educativa N° 70035 Bellavista.</p> <p><b>Hipótesis nula:</b></p> <p>Si el pie no tiene una correcta distribución de las cargas, no alteraría la base de soporte y esta es importante ya que interviene en la estabilidad, entonces se podría decir que el tipo de pie no tendría relación con el equilibrio estático en los niños de 10 y 11 años de la Institución educativa N° 70035 Bellavista.</p> <p><b>Hipótesis estadística:</b></p> <p>Existiría una relación estadísticamente significativa entre el equilibrio estático y el tipo de pie en niños de 10 y 11 años de la Institución educativa primaria N° 70035 Bellavista – Puno. 2017</p>	<p>V1: Equilibrio Estático</p> <p>V2: Tipo de pie</p>	<p>V1: El 41.9% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista tiene un equilibrio estático deficiente.</p> <p>V2: El 48.4% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista tiene un tipo de pie cavo</p> <p><b>PROBLEMA:</b> El 3.2% que son un total 01 personas tienen tipo de pie plano y equilibrio estático deficiente; el 6.5% tienen el Pie normal y equilibrio estático bueno; el 16.1% tienen el pie normal y el equilibrio estático deficiente; el 3.2% del total tiene el pie normal y el equilibrio estático malo.</p>	<p><b>Primera:</b> El equilibrio estático es deficiente en el 41.9% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.</p> <p><b>Segunda:</b> El tipo de pie plano se presenta en el 48.4% de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.</p> <p><b>Tercera:</b> Se concluye que no hay relación (P-valor= 0.794 &gt; 0.05) entre el tipo de pie y el equilibrio estático en de los niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista.</p>	<p><b>Primera:</b> Se le recomienda a la Institución Educativa Primaria N° 70035 Bellavista para que realice programas de detección de alteraciones del equilibrio estático, para de esta manera evitar complicaciones con el equilibrio de los niños</p> <p><b>Segunda:</b> Se exhorta al ministerio de salud que implemente un programa de detección de alteraciones en el pie, como parte del programa nacional de salud del niño y del adolescente.</p> <p><b>Tercera:</b> La consideración de las autoridades universitarias para que los estudiantes de la carrera de tecnología médica y rehabilitación, realicen tamizaje en las diferentes instituciones educativas.</p>