

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en
escolares de una institución educativa en el año 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO EN TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

AUTORA

Kelly Andrea Giraldo Calderón

ASESOR

David Hernán Andia Vilcapoma

Lima, Perú

2020

Relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una institución educativa en el año 2018

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a toda mi familia y amigos, principalmente a mis padres y hermanos que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, y por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión, y por ultimo a mis verdaderos amigos con los que he compartido todos estos años juntos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme dado una familia maravillosa, ellos siempre creyeron en mí, dándome ejemplo de humildad, sacrificio y superación. A todos ellos les dedico este trabajo de investigación, porque han forjado en mí el deseo de triunfar en esta vida. Espero contar con su apoyo incondicional siempre.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018. **Materiales y métodos:** El enfoque del estudio es de tipo cuantitativo, de diseño no experimental y de alcance correlacional. Se consideró una muestra de 128 escolares de 7 a 11 años de edad. El instrumento de medición para el análisis del tipo de huella plantar fue el método Hernández Corvo y para el análisis del equilibrio estático se empleó el test de apoyo unipodal. **Resultados:** No existió significancia estadística entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático. El 54.55% que dieron positivo a la prueba de equilibrio estático presentan una huella plantar tipo normal respecto a la extremidad inferior derecha. Por otro lado, el 45.95% que dieron positivo a la prueba de equilibrio estático presentan una huella plantar tipo normal respecto a la extremidad inferior izquierda.

Conclusión: En la población estudiada no existe significancia estadística entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático.

Palabras clave: Tipo de huella plantar, equilibrio estático, pie plano, pie cavo.

ABSTRACT

Objective: To determine the relationship between the type of footprint and the static balance in schoolchildren of an Educational Institution in 2018. **Materials and methods:** The study approach is quantitative, non-experimental design and correlational in scope. A sample of 128 schoolchildren from 7 to 11 years old was considered. The measuring instrument for the analysis of the type of footprint was the Hernández Corvo method and the unipodal support test was used for the analysis of the static balance. **Results:** There was no significant difference between the type of footprint and the static balance. The 54.55% who tested positive for the static balance test had a normal footprint compared to the right lower extremity. On the other hand, 45.95% who tested positive for the static balance test had a normal plantar footprint compared to the left lower limb.

Conclusion: In the studied population there is no significant difference between the type of footprint and the static balance.

Keywords: Plantar footprint type, static balance, flat foot, cavus foot.

INDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
1.2 Formulación del problema	11
1.2.1 Problema general	11
1.2.2 Problemas específicos	11
1.3 Justificación del tema de la investigación	12
1.4 Objetivos de la investigación	12
1.4.1 Objetivo general	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5 Hipótesis:	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes de estudio	13
2.2. Bases teóricas:	17
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Tipo de estudio y diseño de la investigación	26
3.2 Población y muestra	26
3.2.1 Tamaño de la muestra	26
3.2.2 Selección del muestreo:	26
3.2.3 Criterios de inclusión y exclusión	26
3.3 Variables	27
3.3.1 Definición conceptual y operacionalización de variables:	27
3.4 Plan de recolección de datos e instrumentos	27
3.5. Plan de análisis e interpretación de la información	30
3.6. Ventajas y limitaciones	31
3.7. Aspectos éticos	31
CAPITULO V: DISCUSION	35
5.1 Discusión	35
5.2 Conclusiones	35
5.3 Recomendaciones	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	36
ANEXOS:	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	32
Características descriptivas de los escolares de una Institución Educativa	
Tabla 2	33
Relación entre el tipo de huella plantar con equilibrio estático	
Tabla 3	33
Relación entre el tipo de huella plantar y las variables intervinientes	
Tabla 4	34
Relación entre el equilibrio estático y las variables intervinientes	

INTRODUCCIÓN

Las alteraciones del arco plantar son muy frecuentes en escolares, ya que se producen por la caída o el aumento del arco plantar, es por ello que deben ser detectadas durante la niñez para evitar complicaciones a futuro. Por otro lado, tener un adecuado equilibrio ayuda a desarrollar un control efectivo de la estabilidad del cuerpo durante la ejecución de las actividades cotidianas. Cuando el niño presenta estas deficiencias en las plantas de los pies, el equilibrio también puede verse comprometido, puesto que se relaciona con el desarrollo del control motor del niño buscando la regulación de mecanismos esenciales para un adecuado mantenimiento del equilibrio postural, a través de ello el niño desarrolla estrategias posturales del tobillo que son las que mantienen el pie estable en el centro de gravedad. Para ello, es importante la presencia de los sistemas: visual, vestibular y propioceptivo para que se dé una correcta regulación de la postura y una buena estabilidad de miembros inferiores, tronco y cabeza (1-4).

El objetivo principal del estudio es determinar la relación que existe entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018. La justificación de la investigación se basa en informar que la población infantil es un grupo vulnerable ante la presencia de alteraciones musculo esqueléticas en el arco plantar del pie y del compromiso del equilibrio estático durante el proceso de desarrollo del niño. Este estudio posee como ventaja el fácil acceso para la población, por ello, las pruebas que se realizaron no generan riesgos en la práctica y son de bajo costo para el participante. La principal limitación del estudio es de no contar con nuevos instrumentos en la práctica clínica que permitan valorar con precisión los tipos de huella plantar.

El informe de tesis plantea como hipótesis, la relación entre el tipo huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018. En base a ello, el tipo de huella plantar es la variación en la morfología del pie originadas por la conformación del arco interno y a los puntos de apoyo en talón y metatarsianos. Puesto que, por la altura del arco se ha identificado 3 tipologías de pie como el plano, normal y cavo, a su vez dentro de los procedimientos que se realizaron fue el empleo del método Hernández Corvo por medio de la impresión de la huella plantar, realizado en ambos miembros inferiores de manera simultánea, y respecto a la valoración del equilibrio estático para el procedimiento se empleó el test de apoyo unipodal indicándole al participante las pautas para un adecuado resultado de la prueba (1) .

En el capítulo I se plantea el problema de investigación, así como la argumentación de los motivos para el estudio del tipo de huella plantar y el equilibrio estático, además de formular las preguntas de investigación y establecer los objetivos. En el capítulo II, se describe los antecedentes del estudio, así como la elaboración de un marco teórico y las bases teóricas de manera detallada. En el capítulo III, se describen los materiales y métodos empleados, como el tamaño de muestra y el plan de análisis usada para obtener los resultados esperados. En el capítulo IV, se aprecia los resultados obtenidos de las tablas, con sus propias explicaciones. En el capítulo V, se evidencia la discusión que determina los hallazgos finales, la comparación con otros estudios, las recomendaciones y conclusiones.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, las alteraciones en la morfología del pie son las más frecuentes en las consultas Ortopédicas y Traumatológica, para lo cual al ser detectadas deben ser intervenidas por el profesional de forma oportuna. Según la Organización mundial de la Salud (OMS), considera que a nivel mundial el 25% de los niños poseen un porcentaje alto de pie plano, debido a la ausencia del arco interno del pie. Por otro lado, se debe argumentar que la mayoría de niños presentan pie plano a los 4 años de edad debido a que se considera que entre las edades de 4 a 6 años la bóveda plantar comienza su proceso de desarrollo, donde los ligamentos poseen una mayor resistencia y la grasa plantar infantil se pierda en su totalidad. Al ser común el pie plano en la etapa de la niñez, suele afectar al 10% de la población peruana conformada por adolescentes, jóvenes y adultos. En un estudio realizado en Lima, sustenta que a nivel nacional se ven alteraciones en la morfología del pie como: 42.7% de pie plano y 28% de pie cavo, predominando el pie plano tanto en niños como en niñas (5-7).

La bóveda plantar es una estructura que posee flexibilidad y se encuentra en un proceso de evolución, siendo capaz de adaptarse a distintas superficies, y a condiciones mecánicas que requieren para su adecuado desarrollo. Los estímulos que recibe durante el día conlleva a desarrollar ciertas adaptaciones en el apoyo del pie, que condicionan a la formación de la huella plantar. Puesto que, a largo plazo, los tipos de pies alterados son las principales causantes de las compensaciones en la biomecánica corporal y alteraciones en la estructura (8-11).

Otros estudios muestran que el tener una huella plantar tipo plano posiblemente afecta al equilibrio del ser humano, dada por las constantes modificaciones y adaptaciones a lo largo del proceso de desarrollo del niño, centrándose el peso del cuerpo en la zona del antepie arrastrando cambios en el control postural o en la marcha (1).

Además de ello, en el estudio realizado por Espinoza et al señala que la prevalencia de alteraciones en la huella plantar se da en escolares de 6 a 12 años de edad, el 31,6% presentan pie plano y 11,6 % pie cavo en relación a un grupo de niños; por otro lado, también se encontró que en las niñas el 24,3% presentaron pie plano y 14,4% pie cavo. Por otro lado, en el estudio de Colque, describió una alta incidencia de pie plano en escolares, determinando que 11 niños desarrollaron pie plano y 8 niños pie plano normal; y respecto a la incidencia de niños con pie cavo, 5 niños tuvieron pie normal cavo, 7 pie cavo y ninguno pie cavo fuerte ni extremo (12,13).

El pie plano se desarrolla por la disminución del arco plantar interno y presencia de valgo de talón, causada por las constantes presiones que se dan en la zona medial del pie que desencadenan desequilibrios musculares. Considerándose como factores de riesgo: la edad, sexo, sobrepeso y obesidad (14-16).

Por otro lado, los niños presentan pie cavo por un aumento de la bóveda plantar, siendo de causa idiopática. El 80% de los pies cavos se deben a alteraciones neuromusculares. Sin embargo, en presencia de esta disfunción neuromuscular, la principal causa es el ángulo de inclinación del calcáneo con respecto al suelo, por ello si el ángulo es mayor a 25° corresponde a un pie cavo (17,18).

Para el mantenimiento del equilibrio postural, el centro de gravedad debe permanecer en el interior de la superficie de apoyo para generar la reducción mínima del efecto de la gravedad y gasto de energía, para que en posturas bípedas el cuerpo permanezca alineado. Además, existen estrategias posturales que, ante la presencia de

compensaciones del movimiento, reducen el desplazamiento del centro de gravedad con la finalidad de mantener la postura en equilibrio ante diversas situaciones que se presenten (19).

El pie es la base de sustentación del aparato locomotor, y esta susceptible a presentar deformidades que pueden comprometer a los diferentes ejes: transversal, vertical o longitudinal. Donde el pie va sufriendo una serie de variaciones fisiológicas a lo largo del crecimiento hasta que alcanza los 7 y 8 años de edad hasta alcanzar la adolescencia donde termina el desarrollo completo, pudiendo existir alteraciones que puedan afectar el pie dentro de las alteraciones relacionadas a las deformaciones del arco longitudinal interno en el caso de un aumento o descenso pudiéndose llamar en muchos casos como pie plano o pie cavo. Las deficiencias que se puedan presentar en el pie producto de las diversas alteraciones son las causas principales de los problemas a nivel de la postura y el control motor en el niño durante la etapa de maduración de la bóveda plantar. Esta situación puede traer consigo problemas a nivel no solamente del funcionamiento sino también a nivel de la estructura de este sistema que finalmente puede desfavorecernos en la aparición de problemas de alteraciones ligadas al equilibrio. Estas alteraciones ligadas al equilibrio que tienen múltiples factores, finalmente pueden producir alteraciones a nivel motriz como una deficiencia de la coordinación y malas adaptaciones durante la marcha en la pisada que pueden reforzar o generar las características del desarrollo de un pie. Generando en este proceso alteraciones que más adelante serán menos correctibles como la aparición de un pie plano o un pie cavo estructurado. Por eso, este proceso cíclico no se da en un periodo corto, sino que puede seguir dándose a través de los años mientras se esté en la etapa de maduración (2).

Las deficiencias del equilibrio pueden causar una mala respuesta propioceptiva generando a futuro alteraciones de tipo musculoesquelética u ortopédica que van a producir como consecuencia disfunciones a nivel de la postura y la marcha a mediano o largo plazo (3).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Existe relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el tipo de huella plantar de cada pie que prevalece en los escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Cuál es el tipo de equilibrio de cada pie que prevalece en los escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Cuál es el estado nutricional antropométrico que prevalece en escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Cuál es la media de la edad de los escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Cuál es el sexo que prevalece en los escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Existe la relación entre el tipo de huella plantar y el sexo, edad y estado nutricional antropométrico en los escolares de una institución educativa en el año 2018?
- ¿Existe la relación entre el equilibrio estático y el sexo, edad y estado nutricional antropométrico en los escolares de una institución educativa en el año 2018?

1.3 Justificación del tema de la investigación

Justificación social: Este estudio va dirigida a la población infantil por ser un grupo vulnerable ante la presencia de alteraciones musculo esqueléticas en el arco plantar del pie y del compromiso del equilibrio estático durante su proceso de desarrollo, siendo de importancia para un correcto desarrollo de sus actividades funcionales del niño. Por otro lado, podemos mencionar que existe otro grupo poblacional de los profesionales de la Salud que se ven beneficiados, siendo estas herramientas útiles en evaluaciones iniciales para un correcto diagnóstico y poder detectar y prevenir posibles alteraciones en los primeros años de vida que son las etapas donde se ven mejores resultados según conceptos teóricos.

Justificación teórica: Permite conocer de manera más amplia las diferentes relaciones que tiene las alteraciones del pie en el control motor aportando más conocimientos con estos resultados a los diferentes aportes ya brindados anteriormente en otros estudios. Sumándose dentro de este conjunto de investigaciones en un nuevo aporte que permite entender que en realidad las alteraciones del pie pueden ser bastante frecuentes en los niños y que pudiesen comprometer la integridad neuromuscular en esta etapa.

Justificación metodológica: Luego de realizar las evaluaciones correspondientes de este estudio, se puede obtener resultados que son útiles para brindar la información a los estudiantes del centro educativo y así puedan tener un mejor panorama de estas deficiencias, pero no para solucionar estos problemas sino para hacerles entender a los padres que a través de estas evaluaciones opten por buscar una ayuda más específica asistiendo a un centro médico especializado para el adecuado abordaje fisioterapéutico.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

- Determinar la relación que existe entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018

1.4.2 Objetivos específicos

- Indicar la distribución del tipo de huella plantar de cada pie en los escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Indicar la distribución del tipo de equilibrio de cada pie en los escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Indicar la distribución del estado nutricional antropométrico que prevalece en escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Indicar la media de la edad en escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Indicar el sexo que prevalece en escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Determinar la relación entre el tipo de huella plantar y el sexo, edad y estado nutricional antropométrico en escolares de una institución educativa en el año 2018.
- Determinar la relación entre el equilibrio estático y el sexo, edad y estado nutricional antropométrico en escolares de una institución educativa en el año 2018.

1.5 Hipótesis:

Ha: Si existe la relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución educativa en el año 2018.

Ho: No existe la relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Durante la búsqueda de fuentes de información se encontraron diversas investigaciones nacionales e internacionales que se relacionan con el estudio en poblaciones infantiles.

2.1.1 Nacionales:

Podemos mencionar que en el 2018 en el departamento de Arequipa se realizó un estudio: “Relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie”. A cargo de Macedo. Siendo un estudio no experimental de diseño transversal. Se reclutó a 31 niños de 10 y 11 años de edad. Se emplearon instrumentos: para el análisis de la huella plantar se empleó el protocolo de Hernández Corvo, y para la evaluación del equilibrio estático se aplicó el test de flamenco. Concluyendo que no existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie, teniendo un predominio al equilibrio estático regular y un incremento del tipo de pie cavo (4).

En el año 2017 en el distrito de Lima se realizó un estudio: “Rendimiento académico en el área de educación Física relacionado al tipo de huella plantar”. Sustentado por Peralta y Santisteban. Siendo un estudio observacional, analítico, transversal con alcances descriptivo y correlacional, realizado en 217 individuos que fueron evaluados a partir del análisis de la huella plantar con el método de Hernández Corvo y con los promedios de las calificaciones parciales. Se concluyó que no existe relación entre el tipo de huella plantar y el rendimiento académico en el área de educación física. Sin embargo, hubo tendencia de incremento del Índice de Hernández Corvo, y también incremento en los promedios de rendimiento académico (20).

En el año 2017 en distrito de Lima se realizó un estudio: “El arco plantar y su relación con el índice de masa corporal”. Realizado por Coarita y Zavaleta. Siendo un estudio cuantitativo, aplicativo, prospectivo, transversal y correlacional. Se reclutaron a 93 alumnos de 1° y 2° del nivel primario. Se emplearon instrumentos de plantigrafía, medición del peso y talla. Se concluyó que, entre ambos grados académicos, hubo un predominio en los de 2° grado de primaria encontrándose mayor porcentaje de obesidad y alteraciones de la huella plantar en ambos pies, determinando que no existe relación entre el arco plantar y el índice de masa corporal (5).

En el año 2017 en Puno se realizó una investigación: “Incidencia de pie plano y cavo en niños de la Institución Educativa Inicial N° 349. Sustentado por Colque. Siendo un estudio de diseño descriptivo simple. Se reclutó una muestra de 61 niños de 3 a 5 años de edad. Se empleó técnicas de análisis observacional y el instrumento de registro de plantigrafía. Se concluyó que el 49.18% de los estudiantes tienen pie normal, 31.15% pie plano y 19.67% pie cavo. Es así que se determinó que la incidencia de pie plano y pie cavo es alta en los escolares de dicha institución (13).

En el año 2016 en el distrito de Lima se elaboró un estudio: “Pie plano y su relación con el equilibrio dinámico en escolares de nivel primario de la Institución Educativa Honores”. Sustentado por Chumbiray. Siendo un estudio tipo correlacional, prospectivo, no experimental de corte transversal. La muestra fue de 106 escolares del nivel primario y se aplicaron pruebas usando un podoscopio casero para obtener el tipo de huella plantar, luego bajo la clasificación de Viladot se determinó la presencia y el grado de pie plano. Se usó una ficha de evaluación del equilibrio dinámico de la BPM para obtener puntajes de equilibrio dinámico. Se concluyó que existe una relación significativa entre pie plano y equilibrio dinámico con un mayor predominio en escolares de 10 años.

Además, se determinó que los que presentaban pie plano bilateral obtuvieron un menor equilibrio dinámico debido a que presentaban patología en un solo pie (6).

En el año 2016 en el distrito de Lima se realizó una investigación: “Alteraciones de la bóveda plantar en niños de asentamientos humanos de Lima y Ayacucho”. Dirigido por Tasayco. Siendo un estudio de tipo descriptivo transversal. Se reclutó a 127 niños de 8 a 10 años de edad, para identificar la aparición de las alteraciones del pie. Del total de la población se obtuvo el 61% de niños con pie normal, el 25% con pie plano y el 14% pie cavo, las que fueron relacionadas con factores como la edad, sexo y lugar de procedencia. A los participantes se les realizó la toma del peso y talla y la evaluación de la huella plantar por medio de la pantigrafía. Se determinó la existencia de un mayor predominio en niños del sexo masculino de 8 años de edad, que padecieron de sobrepeso provenientes del distrito de Villa El Salvador y San José de Ticllas. Llegando a la conclusión que se evidenciaron más casos de pie plano en los niños con alteraciones de la huella plantar (7).

En el año 2015 en el departamento de Pasco se realizó un estudio: “Frecuencias de las alteraciones de la bóveda plantar en niñas de dos instituciones educativas de Pasco”. Realizado por Quispe. Siendo un estudio de tipo descriptivo transversal. Se empleó una muestra de 72 niñas del Colegio C.N.I, y 233 niñas del centro educativo María Parado de Bellido de 7 a 10 años de edad. Se utilizó el podoscopio como instrumento para la valoración de las huellas plantares y un programa informático para su respectivo análisis. Concluyendo con la obtención de distintos resultados en cada pie: en el pie derecho se encontró 134 casos con pie cavo; 29 casos con pie plano y 142 casos de pie normal y en el pie izquierdo 86 casos de pie cavo, 30 casos de pie plano y 189 casos de pie normal. Siendo el pie cavo la alteración más frecuente en ambos pies (21).

En el año 2015 en Arequipa se realizó un estudio: “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”. Realizado por Pinto. Siendo un estudio de tipo no experimental, observacional, diseño transversal. Con una muestra de 85 estudiantes, empleando instrumentos: la ficha de recolección de datos, la observación y el nivel de investigación racional. Concluyendo que existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie donde del total de los estudiantes evaluados presentaron alteraciones en el pie con un mayor predominio al pie plano y en relación al equilibrio estático se obtuvo mayores resultados de regular a malo; y respecto a la prueba del equilibrio dinámico la mayor parte de los escolares las realizó perfectamente. Y se determinó que existe relación entre el equilibrio estático y el tipo de pie (8).

En el año 2015 en el distrito de Lima se realizó un estudio: “Frecuencia de las alteraciones del pie en escolares de la institución educativa José Olaya Balandra”. Realizado por Ruiz. Se empleó una muestra de 100 escolares, con el uso de un registro fotográfico y la medición del índice de flechas sagitales con instrumentos: plantígrafo y el podoscopio para la valoración de las alteraciones de la bóveda plantar. Se concluyó que la principal alteración del pie fue el pie cavo, para lo cual se planteó soluciones inmediatas con la finalidad de aminorar estos porcentajes en los escolares (9).

En el año 2015 en el departamento de Ica se realizó un estudio: “Prevalencia de pie plano en niños entre 3 y 6 años de la I.E. Sofía Custodio Mitac”. Sustentado por Pinto, El estudio fue de tipo observacional, descriptivo, prospectivo y de corte transversal. Se empleó una muestra de 37 escolares. Como instrumentos se utilizó una ficha epidemiológica, una evaluación por observación directa y el uso de la podografía para la valoración de la huella plantar. Del total de la población el 78.6% presentaron pie cavo y el 21.4% pie plano. Los escolares del sexo masculino presentaron 0.5 veces más riesgo de presentar alteraciones en la marcha y 3 veces más riesgo de tener pie plano

que las escolares del sexo femenino. Además, los del sexo masculino con delgadez severa presentaron un riesgo de 0.8 veces de desarrollar pie plano que de aquello con delgadez leve. Concluyendo que el pie cavo fue la alteración más frecuente del pie y respecto al género e índice de masa corporal fueron factores de riesgo para desarrollar pie plano (22).

En el 2015 en el departamento de Arequipa se realizó un estudio: "Eficacia de un programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los adultos mayores de la comunidad familiar de rehabilitación integral". Conducido por Neira. Siendo un estudio cuasi experimental. Se reclutó a 25 adultos mayores mujeres de 61 a 75 años de edad y fueron evaluados mediante el test de apoyo unipodal antes y después de la aplicación del programa de ejercicios. Para lo cual se identificó que antes de la aplicación del programa de ejercicios, el equilibrio estático estuvo alterado en un 92% y el 8% estuvo normal y después del programa de ejercicios el equilibrio estático estuvo alterado en un 32% y 68% normal. Llegando a la conclusión, que es eficaz el programa de ejercicios físicos para mejorar el equilibrio estático en los adultos mayores (11).

En el año 2015 en Apurímac se realizó una tesis: Frecuencia de alteraciones de pie en niños de 4 años de una Institución Educativa Inicial. Sustentado por García. Siendo un estudio de tipo descriptivo simple de corte transversal. Se agrupó a 220 niños de 4 años de edad. Se realizó un registro de análisis de la huella plantar con el método Hernández Corvo. Se determinó que el 17% no presenta ninguna alteración en los pies, el 26% de los niños evaluados presentan alteración en un solo pie y el 57% presenta alteraciones en ambos pies. Concluyendo que el 29 % de los escolares tienen pie cavo, 12% pie plano normal y el 6% pie cavo fuerte (23).

En el año 2014 en el distrito de Comas se realizó una tesis: "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". Dirigido por Zavala. Siendo un estudio de tipo explicativo, o experimental y de corte transversal. Se empleó una muestra de 152 escolares. El instrumento utilizado fue una ficha de evaluación postural de la columna dorso lumbar, cuadrícula, flechas sagitales, software measure y una ficha de evaluación del equilibrio dinámico de la Batería psicomotora (BPM). Obteniendo casos con alteraciones posturales de la columna dorso-lumbar y equilibrio dinámico de muy malo, malo, regular y bueno; y casos sin alteraciones dorso lumbares y equilibrio dinámico de muy malo, malo y regular. Entre estos dos grupos, los estudiantes con alteraciones posturales en la columna dorso lumbar tuvieron un predominio al equilibrio dinámico malo. Se concluyó que si existe relación entre las alteraciones posturales de la columna dorso lumbar y el equilibrio dinámico, por lo tanto los niños que desarrollaron alteraciones del equilibrio regular presentaron alteraciones dorso lumbares (24).

En el año 2014 en el distrito de Pueblo libre se realizó una investigación: "Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del Instituto Educativo N° 1074 República de Irlanda". Sustentado por Vidal, Siendo un estudio no experimental, analítico observacional, correlacional y transversal. Se agrupó a 90 escolares teniendo 33% niñas y 67% niños de 6 y 10 años de edad. Las pruebas aplicadas constaron de la obtención de la huella plantar con el uso de un podoscopio hecho en casa y la evaluación con un ectoscópico corporal. Se evidenció que de 51 estudiantes con pie plano 28 presentaron alteración pélvica representado el 55% de la muestra establecida. Se concluyó que es dos veces más probable de presentar una alteración pélvica postural si se tiene pie plano y que es 3 veces más probable presentar una alteración pélvica si se tiene pie plano bilateral en comparación al tipo unilateral (25).

En el año 2014 en Trujillo se realizó un estudio: “Prevalencia de pie plano asociado a la cifosis postural en niños de etapa escolar de colegios del distrito de Huanchaco”. Sustentado por Príncipe. Siendo un estudio de tipo observacional correlacional transversal. Se reclutó una muestra de 315 niños. Las pruebas que se emplearon fueron la plantigrafía para la evaluación de la huella plantar y el uso de la plomada para la evaluación postural. Se determinó que el 75.43% presentaron pie plano asociado a la cifosis postural, predominando las del sexo femenino de 4 a 6 años de edad del 5° grado. Se concluyó que existe relación entre el pie plano y el desarrollo de cifosis postural (14).

En el año 2014 en el distrito del Callao se realizó una investigación: “Deformidades torsionales de los miembros inferiores y la alteración del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7 años de las instituciones educativas Gabriela Mistral nivel inicial y Sor Ana de los Ángeles nivel primario.” siendo un estudio de tipo descriptivo, prospectivo de corte transversal, dirigido por Chauca, quien reclutó a 480 niños de 4 y 5 años del nivel inicial, niños de 6 y 7 años que correspondieron a primer y segundo grado de nivel primaria. Siendo evaluados mediante fichas de evaluación tanto para el perfil torsional y para el equilibrio dinámico. Se obtuvo 146 niños con perfil torsional normal y 303 niños con deformidad torsional. Determinando que, del total de niños evaluados el 52.34% desarrollaron un equilibrio dinámico malo a muy malo; y se determinó que mientras incrementa la gravedad de la deformidad torsional el estudiante presentaba alteraciones en el equilibrio dinámico. Se concluyó que las deformidades torsionales de miembros inferiores influyen en el equilibrio dinámico (15).

2.1.2 Internaciones:

En el año 2017 en Brasil se realizó un estudio: “Equilibrio estático y dinámico de niños y adolescentes con hipoacusia neurosensorial”. Siendo un estudio transversal. Dirigido por De Souza, Dos Santos ,Evelly, Arruda, Melo, Falcao. Se reclutaron a 96 estudiantes, teniendo 48 niños con audición normal y 48 con pérdida auditiva neurosensorial de 7 a 18 años de edad. Fueron evaluados mediante pruebas de equilibrio estático: Romberg, Romberg-Barre y Fournier, y pruebas de equilibrio dinámico de Unterberger. Se concluyó que los estudiantes con pérdida auditiva neurosensorial tuvieron una mayor incidencia de cambios en el equilibrio estático y dinámico que los estudiantes con audición normal del mismo sexo y grupo etario (17).

En el año 2017 en Chile se realizó un estudio: “Caracterización Morfológica del arco plantar longitudinal media del pie”. Realizado por Sánchez, quien reclutó a 209 estudiantes universitarios. Se empleó cuestionarios para determinar la actividad física y el test de Arch Index con el uso del fotopodoscopio para la evaluación de la huella plantar. Se encontró que los hombres presentan un mayor predominio al pie plano. Además, hubo correlación positiva significativa entre el uso del test de Arch Index e IMC en ambos sexos. Se determinó que los hombres con IMC normal tienen pies asimétricos y las mujeres que practicaron entre 6 y 10 horas de actividad física a la semana presentaron pies asimétricos. El IMC fue relacionado con la disminución de la altura del arco plantar longitudinal medial del pie y tanto hombres como mujeres presentan asimetrías en el arco plantar longitudinal medial del pie. Llegando a la conclusión que la práctica de actividad física se relacionó con el aumento de la altura del arco plantar longitudinal medial del pie en hombres y mujeres, contribuyendo también con la disminución del IMC, actuando en concordancia hacia estas dos variables (18).

En el año 2016 en Ecuador se realizó un estudio: El pie plano y su influencia en el equilibrio estático de las estudiantes del Circuito N° 1 de la Ciudad de Milagro. Siendo un estudio de tipo cuantitativa, correlacional y descriptivo. Realizado por Suarez. Se reclutó a 150 estudiantes. Donde se seleccionó a 50 estudiantes con pie normal, 50 con pie plano y 50 con pie cavo. Se empleó instrumentos de análisis de huella plantar y el test de flamenco. Se concluyó que existe una relación significativa entre el pie plano y

el equilibrio estático en los escolares. Por otro lado, estos resultados fueron empleados para determinar el adecuado calzado deportivo según el tipo de pie (1).

En el año 2016 en Chile se realizó un estudio: “Asociación entre el estado nutricional antropométrico y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad”. Realizado por López y otros. Siendo un estudio de diseño no experimental, descriptivo, transversal, con enfoque cuantitativo. Se reclutó a 388 escolares y se emplearon: el instrumento de z – score del Índice de masa corporal, el registro y análisis de las huellas plantares con el Índice de Hernández Corvo. Se concluyó que hubo una prevalencia de exceso de peso de más del 40% en niñas que en niños. Presentando que del total de la población el 17% tuvieron pie plano, observando valores elevados en el pie derecho en comparación con el pie izquierdo; y un incremento significativo de pie plano en niños obesos en relación a niños con sobrepeso y normopeso. Se concluyó que el estado nutricional antropométrico está asociado a la prevalencia de pie plano teniendo niños con obesidad con predominio al pie plano (26).

En el año 2009 en España se realizó un estudio: “¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y el equilibrio de niños en edad escolar?”. Siendo un estudio de tipo cualitativo. Sustentado por Laguna. Se reclutó a 26 escolares, 15 niñas y 11 niños de 6º grado de primaria. Se analizaron las áreas de sus huellas plantares, las presiones plantares medias y el equilibrio con el empleo de un revelador, fijador, papel fotográfico y una plataforma de fuerzas. Se concluyó que las niñas con sobrepeso presentan alteraciones de huella plantar con predominio al pie plano en comparación de los niños. Y mediante la evaluación del test de equilibrio solo se encontraron diferencias significativas en los niños y niñas con sobrepeso. Determinando que las diferencias entre los grupos con o sin sobrepeso desarrollaron un peor rendimiento en niños y niñas con sobrepeso (27).

2.2. Bases teóricas:

2.2.1. Anatomía del pie:

La estructura del pie está conformada por 28 huesos, articulaciones y ligamentos. Se divide en tres grupos: el primero es el retropié formada por el astrágalo y calcáneo (articulación subastragalina); el segundo es el antepie dada por las falanges y metatarsianos y el tercero el mediopie conformada por el escafoides, cuboides y cuñas articuladas con la base de los metatarsianos y el hueso escafoides (13,28).

El tarso está constituido por 7 elementos óseos repartidos en dos secciones, una posterior formada por el astrágalo y calcáneo; y una anterior conformada por el cuboides, escafoides y las tres cuñas. Asimismo, otra estructura importante es el metatarso conformada por 5 huesos largos, de acuerdo a su tamaño van descendiendo desde el primero al quinto metatarsiano pero el segundo metatarsiano suele ser el de mayor extensión. Por otro lado, los dedos cuentan con 14 falanges que forman el sistema óseo de los dedos. El pie en su composición tiene dos tipos de articulaciones que poseen distintas funciones; el primero son las articulaciones dinámicas como la tibioastragalina, la metatarsofalangica y las interfalangicas que son las que intervienen en la locomoción del cuerpo. Asimismo, están también las articulaciones plásticas, como las tarsianas y el tarso metatarsianas cumpliendo una función importante en la transmisión de cargas y fuerzas, además de permitir la adecuada alineación de las estructuras anatómicas del pie, lo cual hace posible las funciones de amortiguación de impactos contra el suelo y adaptaciones en superficies irregulares. Por último, las estructuras principales que permiten la funcionalidad del pie son: el retropié que permite el apoyo posterior del pie, el antepie permite el apoyo anterior del pie y el medio pie permite el apoyo medio de la bóveda plantar (8,13,28).

2.2.1.1 Bóveda plantar:

Es una estructura anatómica que permite la unión de componentes osteoarticulares, ligamentarias y musculares del pie. Es elástica y posee una forma curvada. La bóveda puede adaptarse a cualquier tipo de terreno y transferir al suelo las cargas y el peso del cuerpo en las correctas condiciones mecánicas y en distintas circunstancias. Además, desarrolla la función de amortiguación durante la marcha. Las alteraciones que pueden reducir estas curvas afectando severamente al apoyo en el suelo, alterando considerablemente la marcha y la carrera (29).

La bóveda plantar tienen una forma de media concha abierta por la parte interna que, si la uniéramos a la del otro pie, formaría una bóveda esférica completa. La parte superior de la bóveda, que soporta fuerzas de compresión, está formada por las estructuras óseas; la inferior, que resiste fuerzas de tracción, está constituida por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos, que son las estructuras preparadas mecánicamente para esta función. Además, se distingue una serie de arcos longitudinales y transversales. La bóveda plantar mantiene su forma gracias a una serie de estructuras que la estabilizan, estas estructuras son los huesos, las cápsulas y ligamentos y los músculos. Los dos primeros lo hacen de forma pasiva, mientras que los dos últimos lo hacen de una forma activa. Los huesos contribuyen al mantenimiento de la bóveda plantar gracias a que encajan perfectamente entre sí a través de sus superficies articulares (30).

Esta bóveda está formada por tres arcos: el arco anterior o transversal, el arco externo, y el arco interno o longitudinal, el cual es el más largo y alto además de ser el más importante de los tres.

- El arco longitudinal o interno comprende cinco huesos que son: el primer metatarsiano, que solo descansa en el suelo en el punto de apoyo de su cabeza; la primera cuña, que no tiene contacto con el suelo; el escafoide tarsal, el cual se le considera como el hueso clave en la formación de la bóveda plantar; el astrágalo que es el que se encarga de distribuir a través de la bóveda los impulsos provenientes de la pierna; y el calcáneo que descansa sobre el suelo por su extremo posterior.
- El arco externo incluye a tres huesos: el 5º metatarsiano, posee una cabeza en la que se sitúa el apoyo anterior; el cuboide se mantiene suspendido y sin tener ningún contacto con el suelo y el calcáneo quien posee tuberosidades posteriores que desarrollan el punto de apoyo posterior. A diferencia del arco interno, este arco es mucho más resistente, lo que le permite transmitir adecuadamente el impulso motor del tríceps sural, potenciado en su mayor parte por el ligamento calcáneo cuboideo plantar, en la que sus fascículos superficiales y profundos no permiten a que la articulación cuboideo- metatarsiana y la calcáneo- cuboidea se entreabran por su parte inferior bajo la influencia del peso del cuerpo.
- El arco anterior o transversal se apoya en las cabezas del 1º y 5º metatarsiano, junto con las cabezas de los siguientes tres metatarsianos en la que generalmente no contactan con la superficie. Sin embargo, en muchas patologías en las que existe un desbalance entre los músculos intrínsecos del pie, se ocasiona el aplanamiento de este arco, lo que contribuye a la formación de los dedos en garra y a la aparición de callosidades plantares de dolor variable (31).

2.2.1.2 Talón:

Está formado por el calcáneo, que posee una desviación de unos 5º de valgo desde la línea de Helbing, lo que es catalogado como un amortiguador al darse el impacto del pie contra el suelo durante la fase de apoyo de la marcha. Las estructuras encargadas de darle estabilidad al talón tanto en el plano frontal y sagital son: En el plano frontal, el ligamento deltoideo evita la pronación; el ligamento interóseo tibio peroneo ayuda a la estabilidad y el ligamento astrágalo calcáneo impide la separación entre el astrágalo y

calcáneo. Por otro lado, las estructuras que comprimen y evitan la caída del talón son: el ligamento maléolo peroneo ubicado en la parte externa del astrágalo evitando el valgo, y el sistema de trabéculas verticales del calcáneo. En el plano sagital, los elementos que ayudan en la estabilidad son el tendón de Aquiles, el sistema trabecular postero inferior del calcáneo y los músculos flexor corto y el abductor del primer dedo del pie (32).

2.2.1.3 Antepie:

Está ubicada en la cara anterior del pie, conformada por los metatarsianos y las falanges. Además de ello, todos los metatarsianos poseen la función de soportar cargas, teniendo al 1° metatarsiano como principal estructura ósea que soporta más del doble de peso que las restantes. Los metatarsianos constituyen sobre la superficie un arco de concavidad posterior en el plano horizontal; ocurriendo situaciones en que el arco al desestructurarse a causa de variaciones en la longitud de los metatarsianos, puede generar metatarsalgias (32).

2.2.2 Biomecánica del pie:

El pie posee un grupo de articulaciones que le permiten desarrollar los movimientos en los tres planos del espacio. Estos son la flexo- extensión, aducción- abducción y pronosupinación. Además de ello, respecto a la funcionalidad se agrupan en 2 grupos de articulaciones: Las de acomodación que actúan como amortiguador al impacto del pie contra el suelo y lo adapta a terrenos irregulares, siendo las articulaciones del tarso y tarso metatarsianas (30).

La flexibilidad que posee el pie permite adaptarse a terrenos irregulares. En la fase del despegue de dedos en la marcha se genera una rotación externa de la tibia, lo que lo cual origina a que el tobillo realice una plantiflexión por acción del músculo tibial posterior y el tríceps sural, y llevando al retropié en varo.; esta posición ocasiona una separación de los ejes de las articulaciones astrágalo escafoidea y calcáneo cuboidea, además de originar un bloqueo en la articulación mediotarsiana; generando una rigidez del pie capaz de soportar cargas. El astrágalo es la primera estructura ósea donde se encuentran las fuerzas cuya función es de distribuir las fuerzas hacia los distintos puntos de apoyo del pie durante la bipedestación y la marcha. En bipedestación, el peso del miembro superior, es transmitido a la pelvis, para luego pasar por los miembros inferiores hasta llegar al suelo, lo que significa que cada pie soporta la mitad del peso del cuerpo. Parte de ello, en esa posición, el 56% del peso se concentra en el talón, mientras que el 44% del peso es para el antepie. En el plano sagital, mediante una evaluación baropodometrica se ha comprobado que el 60% de las fuerzas las recibe el calcáneo y el 40% va dirigido al antepie (32).

2.2.3 Concepto de los tipos de huella plantar:

Las modificaciones de la estructura del cuerpo desencadenan situaciones que al no ser manejadas oportunamente ocasionan diversas complicaciones. Por ello, los tipos de huella plantar alterados no cumplen con las características propias de un pie normal presentándose complicaciones a corto y a largo plazo. En corto plazo, ocasionan síntomas de dolor en las extremidades inferiores, contracturas en musculatura, callosidades y poca tolerancia a la marcha. Y las que son parte de largo plazo pueden ocasionar desgaste precoz en articulaciones y deformidades en todo la estructura del pie, a lo que conlleva a la consiguiente alteración de las otras articulaciones tanto proximales como distales provocando complicaciones irremediables (33).

2.2.4 Evolución de la formación de los arcos plantares

En la primera infancia, es común el hallazgo de un pie plano en el niño, generado por la laxitud ligamentaria y por la presencia de una masa adiposa en la zona plantar. De acuerdo a ello, los diferentes estímulos tales como: el apoyo del pie, caminar en distintos tipos de terrenos, la carrera, el salto son indispensables para el adecuado fortalecimiento de la musculatura de toda la extremidad inferior, así como el equilibrio de las fuerzas musculares que permiten que se dé una adecuada formación de los arcos plantares. Por ello, la estimulación plantar constante en la bipedestación contribuye en el desarrollo de los arcos del pie, favoreciendo en la absorción de las masas adiposas y ayudando en que existan conducciones neurológicas periféricas en buen estado relacionadas con el sistema cupular del pie. En resumen, se puede afirmar que estas estimulaciones ayudan en la morfología del pie, generando la adecuada función tanto en situaciones dinámicas y estáticas (32).

2.2.3 Tipos de huella plantar

2.2.3.1 Pie plano

Es una alteración de la anatomía del pie debido a problemas de elasticidad del sistema ligamentaria, en la que la estructura ósea disipa su continuidad articular entre el mediopié y el retropié, desencadenando un desequilibrio a nivel de músculos. Es decir, el pie plano conlleva a un valgo con disminución del arco interno del pie, en la que generalmente se observan en niños a partir de los 30 meses en adelante. Unos de los arcos que predomina en esta alteración, es el arco interno formado por articulaciones de estructuras óseas visualizadas en la parte interna del pie. Este arco está presente los primeros días de vida, por ello todos los infantes presentan pie plano. La existencia de una prominencia de grasa en la planta del niño y el aumento de la flexibilidad de estructuras ligamentarias conlleva a que sea dificultoso observar este arco antes de los 4 años de vida (34).

2.2.3.1.1 Clasificación de pie plano:

- El pie plano flexible o fisiológico: Es un tipo de pie con una estructura normal pero con aumento de la flexibilidad en las articulaciones. Por esa razón, cuando el niño está en bípedo apoyando todo su peso, el arco disminuye y el talón se dirige hasta afuera. Pero si le pedimos que se apoye de puntillas, aparece el arco y el talón se corrige dirigiéndose hacia adentro. El termino flexibilidad se cataloga al movimiento de las articulaciones de la estructura del pie y su habilidad por corregir estas desalineaciones. Este tipo de pie es el más común en los niños y se considera parte de la normalidad mientras el niño este en las etapas de recién nacido (35).
- El pie plano rígido o patológico: En este tipo de pie existe la presencia de uniones anormales de las estructuras óseas del pie. Ello conlleva a la disminución del arco interno y a una posición de valgo de talón. Cuando el niño se coloca de puntillas, la posición de la estructura del pie no cambia debido a que la movilidad está restringida por la unión de los huesos. Presenta 2 tipos de uniones alteradas, una es entre el astrágalo y calcáneo u otra entre el escafoides y el calcáneo. La primera mencionada, conlleva a un bloqueo mucho más rígido. Ese tipo de pie plano, no cambia con la edad (35).

2.2.3.1.2 Etiología:

- Malformaciones congénitas (poco frecuentes)
- Inadecuada estimulación
- Sobreuso
- Lesiones o enfermedades
- Retracciones de la fascia plantar o del tríceps sural (20).

2.2.3.1.3 Sintomatología:

La mayoría de los niños que desarrollan pie plano no presentan ninguna sintomatología, pero algunos de ellos tienden a sufrir uno o más síntomas que se relacionan con el pie plano que presenten. Algunos de ellos incluyen tensión y dolor en la articulación mediotarsiana y un dolor difuso en la cara anteroexterna de la pierna. Por otro lado, otro autor describe que los síntomas y señales más comunes son: dolor, sensibilidad, calambres musculares en los pies, pierna y rodilla, presencia de inclinación del calcáneo hacia un valgo, alteraciones en la marcha, dificultad para el uso del calzado y disminución de la energía durante la participación en actividades físicas (11,36).

2.2.3.2 Pie cavo:

Es un pie que presenta un arco plantar con una elevación anormal del medio pie por una flexión acentuada de los metatarsianos, generando una mayor carga en el antepié y retropié. Se desarrolla una alteración de la función de toda la musculatura del pie, por producirse una insuficiencia de los ligamentos del antepié acompañado con un acortamiento de los músculos flexores de dedos llevándolo a tener dedos en garra, a su vez estas modificaciones estructurales provocan inestabilidad en la marcha y posibilidades de tener lesiones osteoarticulares. Suele presentarse desde los 8 a 12 años de edad o en ocasiones desde el nacimiento con el primer dedo en garra (37).

2.2.3.2.1 Etiología

- Causa idiopática
- Aspecto genético
- Lesiones capsulo – ligamentarias (20).

2.2.3.2.2 Sintomatología

- Dedos flexionados del pie o en garra
- Presencia de callosidades en la parte anterior, lateral y posterior de la planta del pie.
- Dolor durante la bipedestación o la marcha.
- Pie con mayor inestabilidad debido a la inclinación interna del talón, lo cual puede producir con el tiempo torceduras a nivel de tobillo (38).

2.2.3.3 Equilibrio:

El equilibrio postural se define como aquel estado en el que todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico) (2).

Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad se mantenga en el interior de la superficie de apoyo (base de sustentación), que en el caso de la postura bípeda es el polígono en el que se incluyen los pies. Para reducir al mínimo el efecto de la gravedad y el gasto energético, el equilibrio en la bipedestación el cuerpo se mantiene alineado de tal manera que la línea vertical de la gravedad en un plano sagital baja por el centro de la zona mastoidea y por delante de las articulaciones del hombro, cabeza y tobillo (2).

2.2.3.3.1 Clasificación

El Equilibrio es la “capacidad del hombre de mantener su propio cuerpo en una posición controlada y estable, por medio de movimientos compensatorios.

- El equilibrio dinámico: Está determinado en parte por la habilidad para contraponer el peso de las diferentes partes en relación con el eje corporal y por tanto, el centro de gravedad que se desplaza de este eje en función de las actividades realizadas. Se trata de comprender de una forma intuitiva y en la medida posible según como se desplace una parte del cuerpo, se modifica el centro de gravedad y por consiguiente puede perder el equilibrio.
- El equilibrio estático: Es la capacidad para vencer la acción de la gravedad y mantener el cuerpo en la postura deseada (de pie, sentada o fija en un punto)". El cual permite que el cuerpo pueda ejercer cualquier tipo de movimientos sin perder el equilibrio. Nos permite realizar movimientos sencillos como es el caminar, correr, trotar y estar en marcha con una buena posición de nuestro cuerpo ayudando al desarrollo del equilibrio, haciendo que los movimientos se vayan perfeccionando (39).

2.2.3.3.2 Importancia

La función de equilibrio consiste en mantener relativamente estable el centro de gravedad del cuerpo a pesar de las influencias del medio". La importancia radica en el claro mantenimiento de una posición contra la fuerza de gravedad, por ende, generar estabilidad en un cuerpo ejerciendo un control efectivo ante las fuerzas que actúan sobre él. Por lo tanto si no se desarrolla la adquisición de equilibrio es muy difícil tener niños jugando, tener personas haciendo actividad física, puesto que, en la estabilidad del cuerpo se encuentra la importancia del movimiento, cada movimiento que se realiza con una parte del cuerpo le sigue otro compensatorio, inconsciente, que mantiene la estabilidad (39).

2.2.3.3.3 Factores

- a. Factores neurológicos:
 - Percepción vesicular: La capacidad perceptivo-motriz del equilibrio.
 - Sistema nervioso: Médula espinal y cerebro
- b. Factores biomecánicas:
 - Incremento de la base de sustentación aumenta la estabilidad.
 - Un adecuado centro de gravedad donde caen todas las fuerzas de distintas masas del cuerpo.
 - Correcta altura del centro de gravedad para que caiga dentro de la base de sustentación, dando mayor estabilidad.
- c. Factores psicológicos:
 - Experiencia: Personas con resultados de experiencias positivas con el equilibrio estarán más capacitados a afrontar retos cada vez más difíciles, que aquellos sujetos cuyas experiencias hayan sido negativas.
 - Seguridad y confianza: Para afrontar los retos de la vida (40).

2.2.3.3.5 Control y equilibrio postural:

La regulación de la postura en relación a la gravedad es importante para el mantenimiento del equilibrio postural, definiéndose como el estado en que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo permanezcan en equilibrio manteniendo la posición deseada (equilibrio estático). El control postural durante la bipedestación se da a conocer mediante la coordinación de las fuerzas que permiten controlar el cuerpo en el espacio como la alineación del cuerpo, el tono muscular y el tono postural. Para el mantenimiento del equilibrio postural, el centro de gravedad debe permanecer en el interior de la superficie de apoyo para generar la reducción mínima del efecto de la gravedad y gasto de energía, para que en posturas bípedas el cuerpo permanezca alineado (2).

Por otro lado, existe 3 elementos importantes para un adecuado control del equilibrio como: el valor de referencia estabilizado siendo el lugar de proyección al suelo del centro de gravedad. El segundo elemento es el esquema corporal postural siendo aquel que informa acerca de la orientación del cuerpo con respecto a la fuerza gravitatoria y sobre

la posición de los segmentos del cuerpo con respecto a otros. Y el tercer elemento son las reacciones posturales aquellas que permiten el mantenimiento de la posición de referencia del cuerpo. Es importante mencionar que el control postural adaptativo suele estar presente durante la locomoción, de tal manera que cuando uno de los componentes posturales es perturbado por un estímulo adaptativo, estos componentes automáticamente aprenden un determinado esquema postural (2).

2.2.3.3.4 Sistema propioceptivo

Cabe destacar que las aferencias propioceptivas son importantes dentro del control postural y del equilibrio, debido a que proveen de información sobre la posición de las distintas articulaciones y del grado de tensión de la musculatura que los mantiene. Se denomina propiocepción a las diversas señales sensitivas generadas por los movimientos del cuerpo al darse la activación de los receptores localizados en la musculatura, articulaciones y piel. Además de cumplir una función importante en el movimiento también informa como se está desarrollando la tensión muscular, la orientación y posición de las articulaciones y segmentos del cuerpo. La información propioceptiva contribuye en la generación de la actividad motora durante el movimiento, cumpliendo una importante función en la regulación del movimiento voluntario y automático a partir del estado biomecánico del cuerpo y de las extremidades. Esta regulación se lleva a cabo a través de los reflejos propioceptivos (2).

Es de importancia mencionar que existen receptores propios de la propiocepción que están formados por diversos tipos de terminaciones nerviosas de las cuales tenemos al huso muscular, al órgano tendinoso de Golgi y a los receptores cinesicos articulares. Todos ellos se caracterizan por tener una mínima capacidad de adaptación, a lo que se necesita de un estímulo constante del encéfalo sobre las distintas partes del cuerpo con el fin de garantizar la adecuada postura y equilibrio. Además de ello, se dan a conocer 2 tipos de ajustes posturales reaccionales y anticipatorios, siendo los reaccionales un conjunto de reflejos que cumplen la función de mantener la postura y adaptarla al medio, y así estos puedan estabilizar primero a la cabeza respecto al espacio, el tronco respecto a la cabeza, y por último los miembros en relación al tronco. Y los anticipatorios son acompañantes posturales que previenen el efecto del movimiento, reduciendo al mínimo las alteraciones posturales. Además de ello, suelen aparecer frente a la ejecución de los movimientos voluntarios, buscando la estabilidad de la postura y se caracterizan por su actividad frente a la contracción de grupos musculares que no intervienen de manera directa en el movimiento voluntario propiamente dicho (19,41).

Por otro lado, existen también estrategias posturales en bipedestación, que se caracterizan por los patrones de sinergias musculares que permiten mantener el equilibrio y a recuperar la estabilidad en distintas situaciones. La estrategia del tobillo: Se da en la articulación del tobillo. Caracterizándose por la activación de los músculos anteriores y posteriores del tobillo principalmente el musculo tibial anterior y tríceps sural y del muslo como los músculos isquiotibiales y del tronco tales como los paravertebrales, respetando la secuencia de distal a proximal. En esta estrategia, la persona oscila como un péndulo invertido y consigue los cambios de la posición del centro de gravedad por rotación en torno a la articulación del tobillo con el mínimo movimiento de las caderas o rodillas. Observándose esta estrategia ante perturbaciones ligeras, lentas y cuando la superficie de apoyo es amplia y firme y para que se dé su eficacia se necesita de una amplitud de movimiento intacto a nivel de los tobillos. Por último, cabe mencionar que estas respuestas se activan como reacción ante estímulos visuales y vestibulares (42).

2.2.4 Método Hernández corvo

Consiste en tipificar el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar. Presenta una buena precisión, tanto en la realización como en la clasificación

del tipo de pie que va desde el pie plano hasta el pie cavo extremo. El procedimiento consiste en: marcar dos puntos en las prominencias más internas de la huella (1 y 1'). Una vez hecho esto se realiza un "trazo inicial que es el que unirá a ambos puntos. Luego se marcara otro punto en la parte más anterior de la huella plantar (incluyendo los dedos del pie) y en la zona más posterior otro (2 y 2'). Después, se trazó perpendiculares a estos últimos puntos respecto al trazo inicial. Tomar en cuenta, que la distancia entre el trazo y el punto 1 es la "medida fundamental" y se ha de trasladar varias veces como quepa en el trazo inicial 3,4,5. Se traza una perpendicular a la línea 3, pasando por la parte más externa de la huella plantar; otra perpendicular a 4 y otra a 5 pasando por la parte más externa (6, 7,8 respectivamente). La distancia entre el trazo inicial y 6 es X (ancho del metatarso); la distancia entre 9 y 7 es Y (arco externo, superficie de apoyo del mediopie). Con las medidas resultantes y utilizando la Ecuación $(X - Y/X) \times 100$ se puede obtener el tipo de pie según el método Hernández Corvo (43).

2.2.5 Test de apoyo unipodal:

Consiste en que el participante este pie y descalzo con un solo miembro inferior apoyado para la evaluación del equilibrio estático. En primer lugar, se le pidió que se apoye de un miembro inferior con la cadera y rodilla extendida y el otro miembro inferior lo mantuvo elevado con la cadera y rodilla flexionada 45° con los ojos abiertos y miembros superiores a la altura del tronco en un tiempo establecido de 30 segundos. Para lo cual, aquellos participantes que no permanezcan esta posición en el tiempo destinado el test se calificó como positivo y si sucede lo contrario se le definirá como negativo (17).

2.2.8 Relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático

El peso del cuerpo es transmitido por el miembro inferior, hacia la articulación subastragalina. A partir de esta las fuerzas se reparten en tres direcciones hacia los tres puntos de apoyo de la bóveda plantar: Apoyo antero interno, apoyo antero externo y apoyo posterior. En posición bípeda, vertical e inmóvil, el talón es el que soporta la mayor fuerza. Por ello, se debe desarrollar una forma normal de la planta del pie para desarrollar una correcta adaptación al suelo, siendo el resultado de un equilibrio entre las fuerzas propias a cada uno de los puntos de apoyo del pie (29).

Los huesos del pie contribuyen al mantenimiento de la bóveda plantar gracias a que encajan perfectamente entre sí, a través de sus superficies articulares. Si ocurre un aislamiento entre piezas óseas, el esqueleto del pie se derrumba, se aplanan y cae hacia adentro en movimiento de pronación del tarso. Para que esto no ocurra y el pie se mantenga en una posición adecuada se requiere la acción estabilizadora de las estructuras fibroelásticas: las capsulas y los ligamentos. Con el pie en reposo, los músculos no ejercen ninguna acción directa sobre el mantenimiento de la morfología de la bóveda. No obstante, la situación de reposo absoluto no existe, debido a que el cuerpo posee un pequeño balanceo producido por la acción de la gravedad que tiende a hacerle caer, perdiéndose el equilibrio normal entre las fuerzas del pie. Cuando los ligamentos son sometidos a un estrés superior a su resistencia, los músculos actúan ayudándolos a vencer las fuerzas gravitatorias contrarias a la postura bípeda. Por tanto, realizan una acción de ayuda activa en el mantenimiento de la bóveda y determinan los cambios en la morfología de esta, según la posición en la que se encuentre el pie. La bóveda plantar no debe considerarse como una estructura pasiva y de forma variable. El equilibrio entre todos los grupos musculares, con o sin actividad, mantiene la forma normal del pie. La ruptura de este equilibrio lo deforma, lo cual se observa muy claramente en las alteraciones neuromusculares. Dentro de las patológicas del pie, la más frecuente es el pie plano la cual se presenta pérdida de la concavidad plantar y una deformidad en valgo de tobillo que hace que vea comprometido posiblemente el equilibrio (44).

Ante lo descrito, es importante relacionar las alteraciones del pie con el control de la postura, debido a que las correcciones posturales que suceden en el tobillo se manifiesta mediante movimientos correctores de inversión y eversión para intentar mantener el pie estable sobre el centro de gravedad del miembro inferior. Si existe una acción adecuada no se producirán fuerzas de cizallamiento, y cualquier fuerza que reciba el pie se contrarrestara con las fuerzas que actúan en el centro de gravedad. Los momentos que actúan en el tobillo dependen de las líneas de fuerza que se generan por la fuerza de reacción del suelo sobre la articulación subastragalina. La información propioceptiva que se origina en los ligamentos del tobillo proporciona la mayoría de la información que permite al tobillo producir respuestas motoras apropiadas para prevenir o minimizar lesiones. Además de ello, la lesión de los ligamentos del tobillo también daña los propioceptores existentes en esos ligamentos. En el contexto propioceptivo, la rehabilitación del tobillo intenta mejorar la coordinación y reeduca los reflejos periarticulares (44).

El mantenimiento del equilibrio postural requiere al igual que los movimientos una programación anticipada y una regulación para adaptarse a los cambios, para ello, es indispensable la integración de cuatro modalidades sensoriales: Visión, posición de la cabeza, propiocepción y exterocepción. La visión permite establecer relaciones con los objetos del medio externo, la línea del horizonte, etc. La posición de la cabeza, informada por el aparato vestibular, proporciona datos instantáneos acerca de la posición en el espacio, y de los cambios de esta y de su velocidad. Estos dos sentidos están integrados en la cabeza y un cambio en la posición de ella determina un desplazamiento de la información visual de referencia. En cuanto a la propiocepción, la posición relativa de los distintos segmentos entre si permiten inferir la ubicación del cuerpo en el espacio, al comparar la flexión del cuello sobre la cabeza y de las piernas con las estructuras de apoyo. Esta información se completa con la exterocepción en la planta de los pies y en general la superficie de la piel en contacto con el suelo, que informa sobre el área de sustentación. Cuando el peso no se distribuye de manera adecuada en ambos pies, la información exteroceptiva es desigual y permite evaluar la proyección del centro de gravedad dentro del área de sustentación (45).

El control postural se encuentra bajo el control de múltiples receptores siendo los mecanorreceptores los que responden a estímulos de presión y vibración, y se encuentran relacionados con las fibras aferentes mielinicas (Fibras de velocidad de conducción rápidas). Los mecanorreceptores pueden ser clasificados en dos grupos: los de adaptación rápida y los de adaptación lenta. Dentro del primer grupo están los corpúsculos de Meissner y Paccini. Los primeros son denominados táctiles y son de localización superficial (intervienen en el tacto superficial y responden a vibraciones de baja frecuencia) y los corpúsculos de Paccini que se encuentran en la dermis profunda de la piel y el interior del tejido adiposo plantar y responden de forma rápida a sensaciones de presión profunda, vibraciones de alta frecuencia y estiramiento. Asimismo, los mecanorreceptores de adaptación lenta se encuentran los discos de Merkel y los corpúsculos de Ruffini. El disco de Merkel se localiza en la superficie de la epidermis de la piel y está implicado en el tacto superficial o discriminativo. A los corpúsculos de Ruffini, se les considera una variante de los corpúsculos de Meissner, se localizan más profundamente y miden sensaciones de tacto grueso y persistente (46).

La información aferente es proporcionada por los receptores plantares del sistema somatosensorial que es ejercida sobre el equilibrio, el control postural y el movimiento, así como la aparición de lesiones. Y es importante saber que la planta del pie es el límite entre nuestro cuerpo y la superficie sobre la que este se sustenta y que además está dotada de gran cantidad de receptores sensitivos, que poseen una implicancia directa en la postura (46).

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio y diseño de la investigación

El enfoque de este estudio es cuantitativo puesto que se realiza la recolección y análisis de los datos para contestar las interrogantes y probar hipótesis previamente establecidas basándose en la medición numérica y el análisis estadístico con el fin de establecer con exactitud patrones de comportamiento y probar teorías de una determinada población. Esta investigación es de diseño no experimental puesto que no existe la manipulación de las variables y solo se opta por analizarlos en su contexto natural. A su vez es de alcance correlacional buscando relacionar las variables con la finalidad de dar a conocer el grado de asociación que exista en una muestra o un contexto en particular (28).

3.2 Población y muestra

La población estará conformada por 191 estudiantes de nivel primaria entre 7 a 11 años de edad de una Institución educativa en el año 2018.

3.2.1 Tamaño de la muestra

Se empleó la fórmula de tamaño maestral para una población finito obteniéndose una muestra de 128 estudiantes.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q}{N \cdot E^2}$$

$n =$ Tamaño de muestra
 $Z =$ Nivel de confianza
 $P =$ Variable positiva
 $Q =$ Variable negativa
 $N =$ Tamaño de población
 $E =$ Precisión de error

$n = 128$

3.2.2 Selección del muestreo:

Probabilístico aleatorio estratificado: Se divide a la población en estratos y se selecciona una muestra por cada estrato, es decir, la población de 191 escolares se separó en estratos de 2° a 5° grado académico, y luego se obtuvo muestras de cada estrato a través de la división de la muestra entre la población total multiplicado por la cantidad de niños de cada grado académico. Posterior a ello, se determinó el aleatorio empleando el programa estadístico SPSS para poder saber que niños participaron en el estudio (28).

3.2.3 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Estudiantes que tengan edades entre 7 y 11 años
- Consentimiento informado de los padres

Criterios de exclusión:

- Estudiantes que estén usando algún aparato ortésico (férulas, ortesicos de tobillo- pie, entre otros).
- Estudiantes que presenten discapacidad previa de la marcha.
- Estudiantes con enfermedades neuromusculares.

3.3 Variables

3.3.1 Definición conceptual y operacionalización de variables:

V1: Tipo de huella plantar

Son las variaciones en la morfología del pie originadas por la conformación del arco interno y a los puntos de apoyo en talón y metatarsianos. Puesto que, por la altura del arco se ha identificado 3 tipologías de pie como el plano, normal y cavo. Para ello, se aplicó el método Hernández Corvo que consiste en definir el pie según unas medidas que se realizan en base a la impresión plantar. Para la respectiva clasificación del tipo de huella plantar, se empleó el estudio de Peralta y Santisteban donde consideraron las siguientes categorías: el pie plano (0 a 39%), pie normal (40 a 54%), pie cavo (55 a 100%). Siendo una variable de tipo cualitativa politómica ordinal (20,27).

V2: Equilibrio estático

Es el estado en que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo permanezcan equilibradas de tal manera que se mantenga la posición deseada. Para ello, se evaluó el equilibrio estático mediante el test de Apoyo unipodal que mide la capacidad de mantener el equilibrio con un miembro inferior elevado considerándose las siguientes categorías: Positivo (El miembro inferior que esta elevado logra tocar el suelo) y negativo (El miembro inferior no logra tocar el suelo). Esta prueba se desarrolló en un tiempo de 30 segundos considerando esta variable de tipo cualitativa dicotómica nominal (39).

Variables intervinientes:

v1: Edad:

Se tomará la edad de años cumplidos de cada persona. Para lo cual se evaluó por medio de una encuesta considerando las edades de 7 a 11 años respectivamente. Siendo una variable cuantitativa numérica discreta.

v2: Sexo:

Se basó según el sexo biológico al que perteneció el estudiante. Por lo cual, se midió realizando una encuesta considerando las siguientes categorías: masculino y femenino. Esta variable es de tipo cualitativa dicotómica nominal.

v3: Estado nutricional antropométrico:

Se basa en la medición de las dimensiones y composición global de la persona, que son variables que se ven alteradas por la nutrición durante todo el ciclo de vida. Es así que para su respectiva evaluación se consideró las siguientes categorías: Bajo peso (menos de 18.5), Normal o saludable (18.5 a 24.9), sobrepeso (25.0 a 39.9), obesidad (30.0 a 39.9) y obesidad mórbida o de alto riesgo (más de 40). Es una variable de tipo cualitativa politómica ordinal (17).

Todos estos datos se ven reflejados de manera detallada en el cuadro de operacional de variables. (Anexo 1)

3.4 Plan de recolección de datos e instrumentos

En la primera etapa, se envió la documentación al departamento de investigación de la facultad de ciencias de salud de la Universidad Católica Sedes Sapientiae con el fin de que ser aprobado el estudio por el Comité de ética de la Universidad y se proceda a realizar la aplicación de este.

Luego de obtener la aprobación, se llevó a cabo la visita a la Institución educativa para corroborar el estado en que se encontraba las instalaciones.

Se envió una carta a las autoridades de la institución solicitando el permiso correspondiente para la participación de sus estudiantes y del uso de los ambientes de estudio para las determinadas pruebas que se les realizó a dichos estudiantes. A su vez se coordinó las fechas y horarios donde los estudiantes tengan disponibilidad de tiempo.

Luego de contar con la autorización de la institución se realizó una reunión con los padres de familia para el posterior planteamiento de los objetivos del estudio y de la información de las pruebas que se realizaron buscando captar su interés y poder obtener su consentimiento informado para la iniciación del proyecto. Asimismo, se comunicó a los padres que se les brindara de manera privada la información de los resultados obtenidos del análisis de las huellas plantares y de la evaluación del equilibrio de cada escolar y un informe detallado de lo encontrado a la institución educativa propiamente dicha.

De cada lista de niños por grado académico de 2° a 5° grado se determinó cantidades representativas por aula mediante el programa SPSS, para así obtener el aleatorio de la muestra. Siendo este programa quien estableció a que niños evaluar. Teniendo grupos diferenciados por aula.

Luego de ello, se accedió a cada grupo de niños para realizar las respectivas valoraciones. El tutor encargado de cada aula presentó a la investigadora a los estudiantes, la misma que explicó el motivo de su visita. Una vez dada la información, se procedió con la toma de las huellas plantares y con la medición del equilibrio estático. Para tener una mejor obtención de los registros por grupos, se empleó la lista de nombres de los estudiantes.

3.4.1 Instrumentos

3.4.1.1 Método Hernández Corvo

Este instrumento no presenta validez reportada a nivel nacional, aun así, es considerado como uno de los métodos de análisis y obtención de la huella plantar más empleados dentro de la práctica clínica. Es importante resaltar que ha sido empleado en trabajos de investigación, algunos autores ya la han empleado son: Hernández, Sirgo et al. y Abián et al (47). Además, posee una buena precisión en el análisis y en la clasificación de la tipología del pie en base a la impresión plantar (48).

Antes de que se les realizará la prueba, los estudiantes se mantuvieron en reposo por 30 minutos antes de las correspondientes mediciones, a fin de no producir modificaciones en la morfología del pie (18).

Luego de ello, cada escolar se le realizó el pintado de las plantas de los pies con una tinta especial para ser impregnadas sobre hojas bond ubicadas en el suelo. Después, se realizará los trazos con la ayuda de una escuadra, lápiz y una regla. El procedimiento es:

1. Se marcan los puntos 1 y 1' en las prominencias internas del antepié y del retropié respectivamente.
2. Se unen estos dos puntos formando el trazo inicial.
3. Se marcan los puntos 2 y 2' en el extremo anterior y posterior de la huella respectivamente.
4. Se traza una línea perpendicular al trazo inicial y que pase por 2, y otro también perpendicular al trazo inicial y que pase por 2'.
5. La distancia entre la línea que pasa por 2 y el punto 1 se llama medida fundamental. Se anota en la planilla y se traslada a lo largo del tramo inicial tantas veces como quepa en la huella.

6. Se trazan perpendiculares al trazo inicial y que pasen por las divisiones de la medida fundamental (se les denomina de arriba abajo 3, 4 y 5).
7. Se traza una línea entre 3 y 4 perpendicular a 3 (y paralela al trazo inicial), que pase por el punto más externo del pie. Se llama línea 6.
8. Se mide el valor X, que corresponde a la anchura del metatarso, que es la distancia entre el trazo inicial y la línea 6. Se anota en la planilla.
9. Se traza la línea 7, que pasa por el punto más externo del pie entre las líneas 4 y 5. Es paralela al trazo inicial.
10. Se traza la línea 8, que pasa por el punto más externo del pie por debajo de la línea 5. También es paralela al trazo inicial.
11. Se mide la distancia ta entre la línea 8 y el trazo inicial. Se anota en la planilla.
12. Se traza la línea 9 paralela al trazo inicial. Pasa por el punto más externo de la zona interna entre 4 y 5.
13. Se mide la distancia Y, entre 9 y 7 y se anota en la planilla.
14. Se mide la distancia ay entre la línea 9 y el trazo inicial y se anota en la planilla.
15. Se calcula el %X según la ecuación y se anota en la planilla la valoración del pie que corresponda.

PUNTUACIÓN	VALORACIÓN
- 0 a 39% - 40 a 54% - 55 a 100%	Pie plano Pie normal Pie cavo

Finalmente, se procedió a la limpieza cuidadosa de las plantas de los pies con algodón y alcohol. Asimismo, la toma de la huella plantar de cada escolar se realizó de manera individualizada durante un tiempo aproximado de 15 minutos por niño (Se evaluó 1 aula por día aproximadamente a 19 niños).
(Anexo 2)

Estudios realizados por Peralta y Santisteban emplearon el método Hernández Corvo para medir la tipificación de la huella plantar (20). Para lo cual, en este estudio se le dio determinado uso para establecer el tipo de huella plantar.

3.4.1.2 Test de apoyo unipodal

Este tipo de instrumento no presenta validez reportada a nivel nacional. Pero es considerada como uno de los procedimientos de análisis y obtención de deficiencias del equilibrio dentro de la práctica clínica. El test consiste primero en pedirle al participante que realice una prueba inicial de la posición para que se adapte a la prueba, puesto que es una de las recomendaciones técnicas que se emplean en las evaluaciones clínicas. Se le pide al niño realice el levantamiento del miembro inferior y se le pide al participante mantener el equilibrio, apoyándose en un solo miembro inferior con los ojos abiertos y miembros superiores a la altura del tronco para luego mantener esa posición por un tiempo de 30 segundos sin sujetarse de ningún objeto y el otro miembro inferior con la rodilla flexionada a 45°. Se observará si el participante deja caer el miembro inferior al suelo. Y si sucede lo relatado, la prueba saldrá positiva, por la falta de equilibrio que presenta el participante (17).

VALORACIÓN

Positivo	El miembro inferior que esta elevado logra tocar el suelo antes de los 30 segundos.
Negativo	El miembro inferior que se encuentra elevado no logra tocar el suelo durante los 30 segundos.

Este test se aplicó en un tiempo de duración de 30 segundos con ayuda de un cronómetro y colocándose frente al participante. Cada evaluación es personalizada por cada niño en un tiempo de 3 minutos.

Por otro lado, se utilizó una base de datos para obtener la información de los datos personales y resultados de las pruebas de forma resumida de cada niño, realizada el día que fue evaluado el escolar. (Ver Anexo 3)

Se realizó este test en un mes. Posterior a eso, se verificaron las pruebas realizadas, con el fin de distinguir algún tipo de corrección que pueda alterar el resultado final. Luego de finalizar las pruebas se recopiló la información obtenida, y fue llevado al análisis estadístico correspondiente para comprobar la existencia de la relación entre las variables correspondientes. Por otro lado, para la clasificación de las variables se usó el diccionario de variables. (Ver Anexo 4)

Estudios realizados por De Souza y colaboradores emplearon el test de apoyo unipodal para medir la alteración del equilibrio estático. Para ello, en este estudio se empleó esta prueba para determinar las deficiencias en el equilibrio estático (17).

3.5. Plan de análisis e interpretación de la información

Para el análisis del presente estudio se utilizó el programa estadístico Stata versión 14.

Para el análisis descriptivo de las variables cualitativas se midió tanto las frecuencias y porcentajes y para la distribución de las variables cuantitativas se estableció las medidas de tendencia central (media aritmética) y las medidas de dispersión (desviación estándar)

En el análisis inferencial entre las variables cualitativas se utilizó la prueba estadística Chi cuadrado para analizar las hipótesis de la relación entre las variables categóricas: Tipo de huella plantar y equilibrio estático. Además, para el análisis se determinó la distribución anormal de la variable cuantitativa edad con la prueba estadística Kolmogorov Smirnov. Ya determinada la anormalidad de la variable, se empleó la prueba estadística U de Mann Whitney para determinar la relación entre la variable cuantitativa anormal edad y la variable dicotómica equilibrio estático. Y para establecer la relación entre la variable cuantitativa anormal edad y la variable categórica tipo de huella plantar se utilizó la prueba estadística Kruskal Wallis por considerar a esta variable categórica como un variable politómica.

Los datos se consideraron estadísticamente significativos en base a un valor de $p < 0.05$.

3.6. Ventajas y limitaciones

Ventajas:

- Este estudio es de utilidad en las prácticas clínicas como parte de un tamizaje inicial para la determinación de un correcto diagnóstico.
- Es estudio es factible puesto que su ejecución implica un bajo costo y permite una detección rápida de las posibles deficiencias a nivel de la huella plantar y del equilibrio estático con el fin de orientarlos a los padres y puedan acudir a un especialista para recibir la información necesaria de estas afecciones.
- Al ser de diseño no experimental se basa en analizar los resultados ya establecidos de las variables, puesto que las ejecuciones de las pruebas se desarrollaron en el tiempo establecido obteniendo la información necesaria de cada variable para su análisis correspondiente.
- La disponibilidad de tiempo de los participantes al estudio.
- El acceso al centro educativo que permitió la realización de la investigación.

Limitaciones:

- Este estudio no cuenta con nuevos instrumentos de evaluación en la práctica clínica que permitan medir con precisión los tipos de huella plantar.
- No sabemos si estos niños tienen una adecuada condición de tonicidad o fuerza muscular para mantener el equilibrio.
- La inadecuada conducta de algunos participantes que atrasaban el avance de la evaluación de los demás escolares.
- Al ser este estudio de diseño no experimental, no permite de un seguimiento por parte de las variables, puesto que queda en incertidumbre sobre cuál de las dos variables ocurrió primero.

3.7. Aspectos éticos

Para la aplicación de este proyecto se tuvo en consideración los siguientes aspectos éticos que respaldaron y garantizaron la óptima utilización de los datos obtenidos, gracias a la participación de las estudiantes.

- La aplicación y administración de los cuestionarios se realizó respetando la confiabilidad.
- Se respetó la privacidad de los sujetos que participaron en el estudio.
- No se discriminó a los sujetos que participaron en el grupo de estudio y se mantuvo el respeto a la libre participación.
- Consentimiento informado a la participación del estudio.
- Se respetó la calidad de la investigación, autoría y uso de los resultados.

Consentimiento informado (Ver el anexo 5)

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados del análisis descriptivo

En la tabla 1, en cuanto al sexo el mayor porcentaje de escolares fue del sexo femenino con 54.69% del total de la población. Se obtuvo la media de la edad de 8.84 años. Por otro lado, se observó que el 57.81% de los escolares presentaron un peso normal. Además de ello, el 25.78% de los estudiantes presento huella plantar tipo cavo en la extremidad inferior derecha y el 29.69% presentaron huella plantar tipo cavo en la extremidad inferior izquierda. El 51.56% presento positivo a la prueba de equilibrio estático en la extremidad derecha y el 57.81% presento positiva a la prueba de equilibrio estático en la extremidad izquierda.

Tabla 1. Características descriptivas de los escolares de una Institución Educativa

Características	N	(%)
Sexo		
Masculino	58	(45.31)
Femenino	70	(54.69)
Edad*	8.84 ± 1.11	
Estado nutricional antropométrico		
Bajo peso	39	(30.47)
Normal	74	(57.81)
Sobrepeso	15	(11.72)
Tipo de huella plantar		
Extremidad inferior derecho		
Pie plano	17	(13.28)
Pie normal	78	(60.94)
Pie cavo	33	(25.78)
Extremidad inferior izquierdo		
Pie plano	29	(22.66)
Pie normal	61	(47.66)
Pie cavo	38	(29.69)
Equilibrio estático		
Extremidad inferior derecho		
Positivo	66	(51.56)
Negativo	62	(48.44)
Extremidad inferior izquierdo		
Positivo	74	(57.81)
Negativo	54	(42.19)

* media ± DE

4.2 Resultados del análisis inferencial

La tabla 2 muestra que no existió significancia estadística entre el tipo de huella plantar del pie derecho ni en el pie izquierdo y el equilibrio estático. El 54.55% que dieron positivo a la prueba de equilibrio estático presentan una huella plantar tipo normal

respecto a la extremidad inferior derecha. El 45.95% que dieron positivo a la prueba de equilibrio estático presentan una huella plantar tipo normal respecto a la extremidad inferior izquierda.

Tabla 2: Relación entre el tipo de huella plantar con equilibrio estático

Equilibrio estático	Tipo de huella plantar			p-valor
	Plano n(%)	Normal n(%)	Cavo n(%)	
Extremidad inferior derecho*				0.27
Positivo	11(16.67)	36(54.55)	19(28.79)	
Negativo	6(9.68)	42(67.74)	14(22.58)	
Extremidad inferior izquierdo*				0.08
Positivo	13(17.57)	34(45.95)	27(36.49)	
Negativo	16(29.63)	27(50.00)	11(20.37)	

***Prueba de Chi cuadrado**

En la tabla 3 se evidencia no existe significancia estadística entre la huella plantar derecha y el sexo, la edad y el estado nutricional antropométrico. Observándose que el 25.86% del sexo masculino presentaron una huella plantar tipo cavo. A su vez, la media de la edad de los escolares fue de 9.12 años quienes desarrollaron una huella plantar tipo cavo. Y el 14.86% de los escolares con peso normal desarrollaron una huella plantar tipo plano. A demás de ello, el 27.03% presentan peso normal con predominio a la huella plantar tipo cavo.

No se encontró significancia estadística entre la huella plantar izquierda y el sexo, la edad y el estado nutricional antropométrico. El 34.29% del sexo femenino presentan una huella plantar tipo cavo. Además de ello, la media de la edad fue de 9.05 años, quienes presentaron una huella plantar tipo cavo. El 33.33% que padecen sobrepeso presentan una huella plantar tipo plano. Por último, el 43.59% con bajo peso presentaron una huella plantar tipo cavo.

Tabla 3: Relación entre el tipo de huella plantar y las variables intervinientes

Huella plantar derecha				p-valor	Huella plantar izquierda			p-valor
Plano n(%)	Normal n(%)	Cavo n(%)			Plano n(%)	Normal n(%)	Cavo n(%)	

Sexo				0.98			0.42
Masculino	8(13.79)	35(60.34)	15(25.86)		15(25.86)	29(50.0)	14(24.14)
Femenino	9(12.86)	43(61.43)	18(25.71)		14(20.0)	32(45.71)	24(34.29)
Edad**				0.16			0.12
	8.47 ± 1.12	8.80 ± 1.19	9.12 ± 0.85		8.44 ± 1.21	8.90 ± 1.16	9.05 ± 0.89
Estado nutricional antropométrico				0.85			0.19
Bajo peso	5(12.82)	24(61.54)	10(25.64)		6(15.38)	16(41.03)	17(43.59)
Normal	11(14.86)	43(58.11)	20(27.03)		18(24.32)	38(51.35)	18(24.32)
Sobrepeso	1(6.67)	11(73.33)	3(20.0)		5(33.33)	7(46.67)	3(20.0)

** media ± DE

** Prueba de Kruskal Wallis

En la tabla 4 muestra que en la extremidad inferior derecho no hay significancia estadística entre el equilibrio estático y el sexo, la edad y el estado nutricional antropométrico. Además de ello, el 54.29% del sexo femenino tiene equilibrio estático positivo en la extremidad inferior derecha. Por otro lado, la media de la edad fue de 8.83 años quienes dieron positivo a la prueba de equilibrio estático. Por último, el 60.0% de los escolares con sobrepeso dieron positivo a la prueba de equilibrio estático.

En la extremidad inferior izquierdo, no existe diferencia significancia entre el equilibrio estático y el sexo, la edad y el estado nutricional antropométrico. El 62.07% del sexo masculino tienen un equilibrio estático positivo. Y la media de la edad fue del 8.91 años quienes dieron positivo a la prueba de equilibrio estático. Y el 64.10% de los estudiantes con bajo peso dieron positivo a la prueba de equilibrio estático.

Tabla 4: Relación entre el equilibrio estático y las variables intervinientes

	Equilibrio estático					
	Extremidad inferior derecha			Extremidad inferior izquierdo		
	Positivo n(%)	Negativo n(%)	p- valor	Positivo n(%)	Negativo n(%)	p- valor
Sexo			0.49			0.37
Masculino	28(48.28)	30(51.72)		36(62.07)	22(37.93)	
Femenino	38(54.29)	32(45.71)		38(54.29)	32(45.71)	
Edad**			0.80			0.31
	8.83 ± 1.04	8.85 ± 1.19		8.91 ± 1.08	8.74 ± 1.16	
Estado nutricional antropométrico			0.77			0.62
Bajo peso	20(51.28)	19(48.72)		25(64.10)	14(35.90)	
Normal	37(50.0)	37(50.0)		41(55.41)	33(44.59)	
Sobrepeso	9(60.0)	6(40.0)		8(53.33)	7(46.67)	

** media ± DE

** U de Mann Whitney

CAPITULO V: DISCUSION

5.1 Discusión

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de 7 a 11 años de edad de una institución educativa en el año 2018; asimismo sus manifestaciones según el sexo, edad y el estado nutricional antropométrico. Además, se pretendió identificar el tipo de huella plantar que predominó en dicha población estudiantil, así como determinar la existencia de un equilibrio estático positivo o negativo.

Luego de obtener los resultados entre los tipos de huellas plantares relacionados con el equilibrio estático; no se encontró significancia estadística entre las variables. Obteniendo que en cada extremidad inferior los datos estadísticos no son tan extremos. Pero se puede resaltar los resultados del miembro inferior izquierdo donde 53% resultaron con equilibrio estático positivo tuvieron alteraciones de la huella plantar. Por lo tanto, el hecho que desarrollen deficiencias en su equilibrio estático no tuvo ninguna relación con el tipo de pie que desarrollen. Estudios similares desarrollados por Pastor tampoco encontró relación entre las variables sin embargo mostro que el 38% de los que presentaron un equilibrio estático deficiente tuvieron alteraciones del pie (49). Mientras que el estudio De la Cruz muestra que, si existió relación de este problema, pero con el equilibrio dinámico donde el 45% de niños con equilibrio dinámico deficiente desarrollaron alteraciones del pie (50). No se encontró relación porque los niños en su etapa de maduración es probable que desarrollen un problema del equilibrio sin la necesidad de que tengan algún tipo de huella plantar y esto puede ser por otros factores que alteran el equilibrio como alteraciones vestibulares, problemas de tono muscular, entre otros, que podrían ser factores para este estudio más importante en el momento de detectar un gran número de niños con pérdida del equilibrio (51).

5.2 Conclusiones

- 1) No existió una significancia estadística debido a que se piensa que hay otros factores pueden condicionar a la presencia de alteraciones del equilibrio, siendo estos factores a los cuales el estudio no ha tenido posibilidades de abarcarlos, sin embargo existen relaciones que apoyan dichos resultados como la presencia de una gran cantidad de alteraciones del pie de tipo cavo y de escolares que resultaron positivos en el predominio del equilibrio estático, además de existir características propias del equilibrio como la mayor cantidad de niños que presentaron alteraciones en una de las extremidades inferiores, por ello, al no encontrar relación no determina que no pudiesen existir problemas físico funcionales en esta población.

5.3 Recomendaciones

- 1) Se recomienda realizar estudios más exploratorios a cerca de los tipos de huella plantar y el equilibrio estático.
- 2) Se recomienda realizar estudios de tipo experimental analíticos para poder ver los cambios que se puedan producir en esta población escolar.

- 3) En cuanto a las huellas plantares se podría utilizar métodos dinámicos de análisis, que a diferencia de los métodos estáticos brindan información más exacta.
- 4) Se recomienda que se realicen monitoreos más constantes debido a que conforme el niño va creciendo con los años, estas alteraciones se pueden presentar de manera espontánea.
- 5) Se recomienda que se realicen programas de evaluación y prevención para estos problemas a temprana edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Suarez D. El pie plano y su influencia en el equilibrio estático de estudiantes del circuito n° 1 de la ciudad de Milagro. Ecuador; 2016.
2. Martín A. Bases neurofisiológicas del equilibrio postural. España; 2004.
3. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre la discapacidad. [Online]; 2015. Available from: www.who.int/iris/bitstream/10665/75356/1/9789240688230_spa.pdf?ua=1.
4. Macedo Y. 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. Arequipa, Perú; 2018.
5. Coarita R. El arco plantar y su relación con el índice de masa corporal en alumnos de 1° y 2° de primaria de la I.E. 1217 Jorge Basadre Grhoman. Lima, Perú; 2017.
6. Chumbiray M. Pie plano y su relación con el equilibrio dinámico en escolares de nivel primario de la Institución Educativa Honores. Lima, Perú; 2016.
7. Tasayco J. Alteraciones de la bóveda plantar en niños de asentamientos humanos de Lima y Ayacucho. Lima, Perú; 2016.
8. Pinto M. Influencia de los tipos de pie sobre el equilibrio estático y dinámico en estudiantes de primaria de la I.E. particular peruana suizo Alfred Werner. Arequipa, Perú; 2015.
9. Ruiz K. Frecuencia de las alteraciones del pie en escolares de la Institución Educativa José Olaya Balandra. Lima, Perú; 2015.
10. Pinto P. Prevalencia de pie plano en niños entre 3 y 6 años de la I.E. Sofía Custodio Mitac. Ica, Perú; 2015.
11. Neira L. Eficacia de un programa de ejercicios de la comunidad familiar de rehabilitación integral. Arequipa, Peru; 2015.
12. Espinoza O, Olivares UM, Palacios P, Robles 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. Morphol.* 2013; 31(1): p. 162-168.
13. Colque M. Incidencia de pie plano y cavo en niños de la institución educativa inicial N° 349 Tawantinsuyo de la ciudad de Juliaca. Puno; 2017.
14. Príncipe J. Prevalencia de pie plano asociado a la cifosis postural en niños de etapa escolar de colegios del distrito de Huanchaco. Trujillo, Perú; 2015.
15. Chauca C. Deformidades torsionales de los Miembros Inferiores y la alteración del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7 años. Lima, Perú; 2014.
16. Pourghasem M, Kamali N, Farsi M, Soltanpour N. Prevalencia del pie plano y su relación con el IMC escolares de un colegio; 2016.
17. De Souza R, Dos Santos S, Evely M, Arruda R, Melo H, Falcao M. Equilibrio estático y dinámico de niños y adolescentes con hipoacusia neurosensorial. San Paulo, Brasil; 2017
18. Sánchez C. Caracterización Morfológica del Arco Plantar Longitudinal Medial del Pie en una Población Chilena. *Int. J. Morphol.* 2017; 35(1): p. 85-91.
19. G. S. El pie plano y su influencia en el equilibrio estatico de los estudiantes del Circuito N° 1 de la Ciudad de Milagro. Universidad Tecnico de Ambato, Ecuador; 2016.
20. Peralta S, Santisteban J. 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. Lima, Peru; 2017.

21. Quispe E. Frecuencias de las alteraciones de la bóveda plantar en niñas de dos instituciones educativas de Pasco. Lima, Perú; 2016.
22. Pinto P. Prevalencia de pie plano en niños entre 3 y 6 años de la I.E. Sofía Custodio Mitac. Ica, Perú; 2015.
23. Garcia V. Frecuencia de alteraciones de pie en niños de 4 años de edad de la Institución Educativa Inicial – Jardín Divina Providencia de Abancay Universidad Alas Peruanas. Universidad Alas Peruanas, Apurimac; 2015.
24. Zavala G. Alteraciones posturales de la columna vertebral Dorso Lumbar y el equilibrio dinámico en niños de tercer y cuarto grado de nivel primario de Institución Educativa San Agustín. Lima, Perú; 2012.
25. Vidal L. Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del instituto educativo República de Irlanda. Lima; 2008
26. Lopez A., Rodriguez C., Reyes A., Contreras A., Fernandez J., Aguirre C. Asociacion entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. Hospital de Nutricion. Chile; 2016.
27. Laguna, M., Alegre, L., Aznar, S., Abian, J., Martin, L., Aguado, X. ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar? Apuntes. Medicina del Deporte. 2010; 45(165): p. 9 - 16.
28. Hernandez R. Metodología de la investigación Mexico: Mcgraw Hill / interamericana editores; 2014
29. Kapandji I. Fisiología Articular Tomo II - Miembro Inferior. 5th ed. Madrid: Panamericana; 1999.
30. Viladot A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Revista Española de Reumatología. 2003; 30(9): p. 469-77.
31. Álvarez C, Palma W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Revista Medigraphic. 2010; 6(4): p. 215-222
32. Nordin M. Biomecánica básica del sistema músculo esquelético. Madrid; 2004
33. Lara S, Lara AJ, Zagalaz ML, Martínez EJ. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. RETOS Nuevas TendEduc Fis Deporte Recreación. 2011; p. 49–53.
34. Hernández R. Prevalencia del pie plano en niños y niñas en edades de 9 a 12 años. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2006; 6(23): p. 165-172.
35. García C. Pies planos. Ortopedia y traumatología infantil blog. Barcelona, España. [Online].; 2017. Available from: <http://www.traumatologiainfantil.com/es/pie/pies-planos>.
36. Pérez G. Pie plano, displasia del desarrollo de la cadera. Trujillo.
37. Muñoz J. Deformidades del pie; 2006.
38. Cornell K, Godhania V, Romero C, Pytowski D. Pie cavo (pie de arco alto); 2007.
39. Chamba P. El control postural en el equilibrio dinámico de los niños y niñas de 4 a 5 años de la unidad educativa “Intercultural bilingüe Provincia de Chimborazo”. Ambato, Ecuador; 2016.
40. Romero C. Educación física y didáctica I: El equilibrio; 2010.
41. Samarco G, Tood R. Biomecánica básica del sistema músculo esquelético. 3rd ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 2004.
42. Nashner L, Cordo P. Relación de las respuestas posturales automáticas y los movimientos voluntarios en el tiempo de reacción de los músculos de las piernas humanas. ExpBrain Res. 1981; p. 395-405.

43. Berdejo D, Lara AJ, Martínez EJ, Cachón J, Lara S. Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de actividad física y Deporte*. 2013; 13(49): p. 19-39.
44. Monteagudo M, Martinez P, Maceira E, Borja.. Anatomía funcional, biomecánica y patomecánica de la estabilidad del tobillo Madrid: *Revista de cirugía de Pie y Tobillo, Cirugía Ortopédica y Traumatología*.
45. Cardinali.. *Neurociencia aplicada, sus fundamentos*. 1st ed. Buenos aires: Editorial medica panamerinada; 2007.
46. Araguas C, Soler FC, Salas CV. Importancia de la sensibilidad plantar en la regulación del control postural y del movimiento. revisión. *Apunts. Medicina de l'Esport*. 2017; 52(196): p. 149–158.
47. Abián J, Alegre L, Lara A, Jiménez L, Aguado X. Fuerzas de reacción del suelo en pies cavos y planos. *ArchMedDepor*. 2005; 22(108): p. 285–292.
48. Wicart P. El pie cavo desde recién nacidos hasta adolescentes. *Revista de cirugía ortopédica y Traumatológica [Internet]*. 2012; 98(7): p. 813-828.
49. Pastor L. Pie plano y su relación con el equilibrio estático y dinámico en escolares del 4°, 5° y 6° grado del nivel primario de la Institución Educativa Coronel Bolognesi de Tacna en el año 2018. Tacna, Perú; 2019.
50. De la Cruz Y. Relación entre el pie plano y el equilibrio dinámico en los estudiantes de la I.E. Nuestra Señora del Carmen, Lima-2017. Chimbote, Perú; 2018
51. Luna P. Equilibrio estatico y dinamico en niños de 6 años de edad de las escuelas Municipales Urbanas de la Comuna de Santa Juana. *Revista Horizonte Ciencias De la Actividad Fisica*. 2010; 1(1): p. 63 - 72.

ANEXOS:

Anexo 1: CUADRO OPERACIONAL DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES	CATEGORÍAS	INSTRUMENTO
Sexo	-	Característica anatómica, biológica, y fisiológica que diferencian a la mujer y hombre.	Variable que indica el género	Cualitativa dicotómica	Nominal	Según proceso biológico	Masculino Femenino	Encuesta
Edad	Etapa de vida joven	Se tomará la edad de años cumplidos de cada persona	Años vividos	Cuantitativa	Discreta	Años cumplidos según proceso biológico		Encuesta
Estado nutricional antropométrico	-	Son valores de composición corporal usados para el diagnóstico nutricional de un individuo.	En base a lo obtenido de medir con balanza equilibrada y con un tallímetro a los participantes	Cualitativa politémica	Ordinal	<18.5 18.5 a 24.9 25.0 a 39.9 30.0 a 39.9 + de 40	Bajo peso Normal Sobrepeso Obesidad Obesidad mórbida	Estado nutricional antropométrico

VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES	CATEGORÍAS	INSTRUMENTO
Tipo de huella plantar	-	Son las variaciones en la morfología del pie dadas por la conformación del arco interno plantar y a los puntos de apoyo en talón y metatarsianos. Puesto que, por la altura del arco se ha identificado 3 tipologías de pie como el plano, normal y cavo.	Según el método Hernández Corvo.	Cualitativa politémica	Ordinal	0 a 39% 40 a 54% 55 a 100%	Pie plano Pie normal Pie cavo	Método de Hernández Corvo
Equilibrio estático	-	Es la capacidad de mantener el cuerpo erguido y estable, sin que exista movimiento alguno.	Esta variable se valoró según la test de apoyo unipodal	Cualitativa dicotómica	Nominal	El miembro inferior que esta elevado logra tocar el suelo. El miembro inferior no logra tocar el suelo	Positivo Negativa	Test de apoyo unipodal

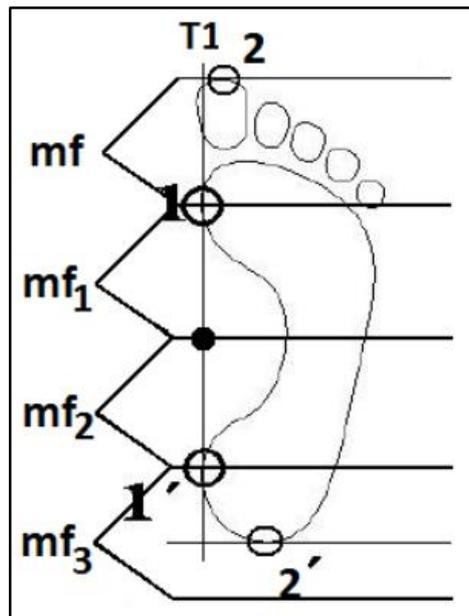
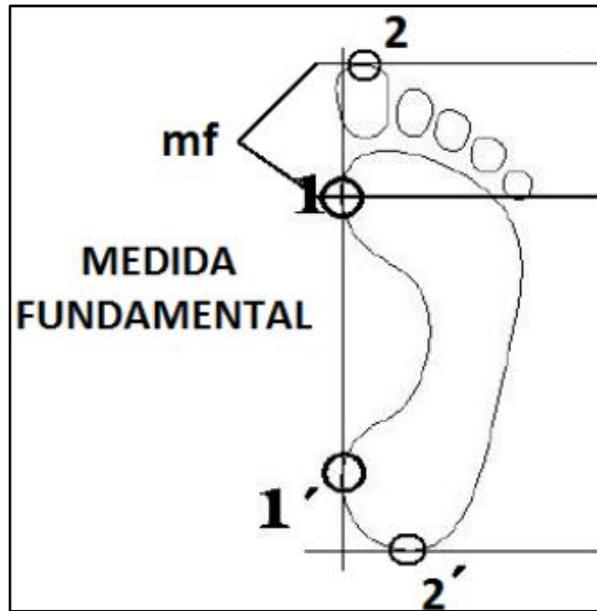
Anexo 2: METODO HERNANDEZ CORVO

Este método consiste en realizar unos puntos sobre el registro del tipo de huella plantar y sobre ellos se realizan trazos en forma de líneas paralelas y perpendiculares. Se describen de la siguiente manera:

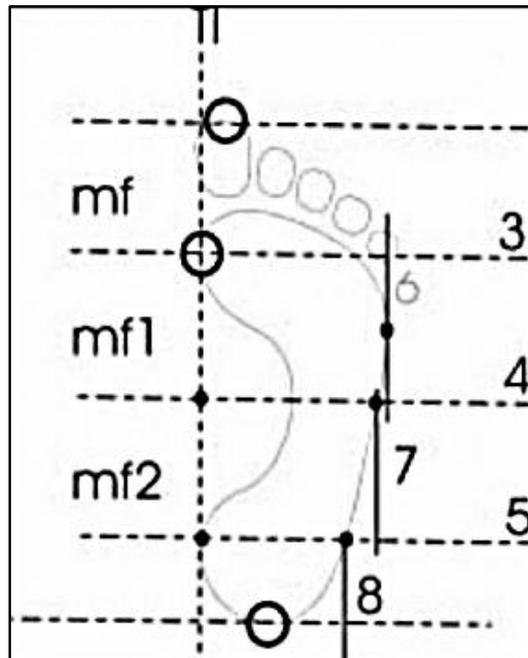
1. Se marcan los puntos 1 y 1', sobre estos dos se realiza el trazo inicial



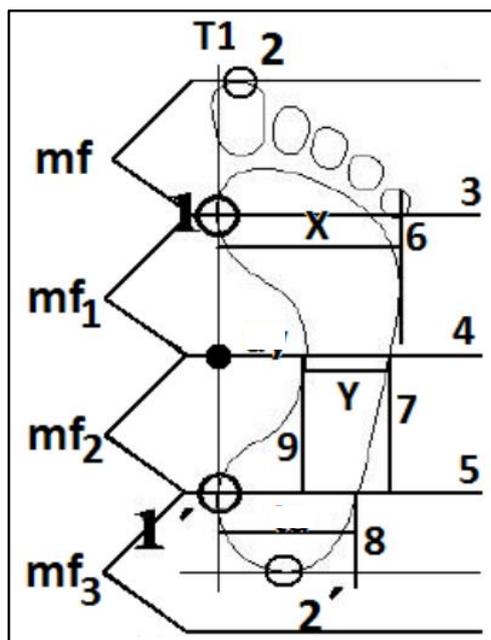
2. Luego se marcan los puntos 2 y 2', primero se traza el punto 2 en el borde superior del primer dedo. Y el punto 2' se traza en el borde inferior del talón.
3. Se toma como medida fundamental la distancia entre el punto 1 y la perpendicular que forma con el punto 2. Asimismo a lo largo del trazo inicial se marca varias veces las medidas fundamentales (MF).



- Luego de ello se trazan líneas perpendiculares al trazo inicial (3,4,5). A su vez en relación a estas líneas, se trazan líneas perpendiculares por los puntos más extremos de la huella plantar (6, 7,8).



- Se traza la línea número 9, pasando por el borde interno del pie, entre la línea 4 y 5. Teniendo luego la distancia entre los trazos de los puntos 7 y 9 que será la anchura del mediopie, lo cual se marcará con la letra Y.
- Además de ello, uniendo los puntos 1 y 6 determinará la anchura del antepie catalogándola como la letra X.



7. Todos los datos obtenidos de X y Y serán adaptados a una fórmula. Y el resultado determinará el tipo de huella plantar que desarrolla el escolar.

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

8. Clasificación tipológica del pie de acuerdo al valor x:

METODO HERNANDEZ CORVO	
%X	CLASIFICACION
0 – 39	Pie plano
40 – 54	Pie normal
55 – 100	Pie cavo

Figura 1: Clasificación tipológica del pie de acuerdo al valor de %X (Peralta y Santisteban 2017)

9. Finalmente, todos estos datos se ordenarán en un cuadro de registro de cada participante

Paciente	Medida fundamental (cm)	X (cm)	Y (cm)	X%	Tipo de pie

Anexo 3: FICHA DE DATOS:

1.- Código del escolar: _____

2.- Edad: 7 años _____ 8 años _____ 9 años _____ 10 años _____ 11 años _____

3. Sexo: Masculino: _____ Femenino: _____

4. Peso: _____ Talla: _____

5. Estado nutricional antropométrico:

- Bajo peso (<18.5) _____
- Normal o saludable (18.5 a 24.9) _____
- Sobrepeso (25.0 a 39.9) _____
- Obesidad (30.0 a 39.9) _____
- Obesidad mórbida o de alto riesgo (+ de 40) _____

6. Test de Hernández corvo:

- 0 a 39% → Pie plano
- 40 a 54% → Pie normal
- 55 a 100% → Pie cavo

7. Test de apoyo unipodal:

- El miembro inferior logra caer al suelo → Positivo
- El miembro inferior no logra caer al suelo → Negativo

Anexo 4: DICCIONARIO DE VARIABLES:

Código de la variable	Nombre de la variable	Categorías	Código
Sex	Sexo de la persona	Masculino	0
		Femenino	1
Eda	Edad	-	-
		Bajo peso	0
		Normal	1

IMC	Estado nutricional antropométrico	Sobrepeso	2
		Obesidad	3
		Obesidad mórbida	4
Código de la variable	Nombre de la variable	Categorías	Código
Hpder1	Huella plantar derecha	Plano	0
		Normal	1
		Cavo	2
Hpizq2	Huella plantar izquierda	Plano	0
		Normal	1
		Cavo	2
APder 1	Pie derecho	Positivo	0
		Negativo	1
APizq 2	Pie izquierdo	Positivo	0
		Negativo	1

Anexo 5: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018
 Tesista: Giraldo Calderón, Kelly Andrea

Consentimiento Informado para participar en el desarrollo de la tesis

Título del trabajo: "Relación entre el tipo de huella plantar y el equilibrio estático en escolares de una Institución Educativa en el año 2018"

Propósito de la investigación:

En la actualidad existen personas que presentan deficiencias en la huella plantar y alteraciones en el equilibrio estático, es así que se necesita saber quiénes presentan estos problemas. Para esto realiza este estudio que consiste en evaluar la huella plantar en base al método Hernández Corvo y el equilibrio estático con el test de apoyo unipodal.

Procedimientos:

Si usted permite que su hijo/a participe en el estudio, únicamente se le evaluará las actividades de equilibrio y la estabilidad de mantenerse en una posición indicada. Además, se le realizará el pintado de la huella del pie con el uso de una tinta de sello. Finalizando con la medición del estado nutricional antropométrico se empleará un tallímetro y una balanza equilibrada.

El procedimiento no presenta ningún riesgo para su hijo/a y los datos obtenidos serán utilizados solamente con fines de investigación.

Participación voluntaria:

La participación en este trabajo de investigación es voluntaria. Si usted no desea participar en este estudio por la razón que sea, está en toda la libertad de retirarse sin costo alguno. De igual manera si su hijo/a tiene antecedentes de haber llevado un tratamiento ortopédico, quirúrgico o de cualquier otra naturaleza comunicarse con mi persona o con su tutora de la Institución Educativa.

Beneficios:

Al término del estudio se les entregará los resultados de si sus hijos presentan alteraciones en el pie o en el equilibrio dinámico. Adicional a eso, se le dará unas pautas de recomendación para que puedan acudir a un especialista del Área de la Salud para prevenir ante complicaciones que podrían afectar a su hijo/a.

Riesgos y molestias:

Este estudio no presenta ningún riesgo para su hijo/a. Dado que la evaluación consta de pautas sencillas y la mayoría de ellas son parte de la vida diaria como caminar, saltar, etc.

Privacidad:

Toda la información sé que obtendrá del estudio es completamente confidencial, los resultados de la evaluación realizada a su hijo/a solo se le dará a usted. Si este estudio es publicado, el nombre del niño no aparecerá en ningún escrito.

Remuneración:

Ud., no recibir remuneración alguna por participar en este estudio.

¿Desea participar en el presente estudio?

Yo _____ (Padre o madre) del alumno(a) _____ confirmo que he leído las declaraciones consignadas es este consentimiento informado que la alumna encargada del estudio me ha explicado las actividades a desarrollar y estoy satisfecho con las explicaciones, y también que he tenido la posibilidad de hacer preguntas relacionadas al estudio y han sido resueltas, asimismo, tuve el tiempo y la posibilidad de leer la información, y decidir participar o no en el presente estudio.

Nombre del contacto:

Para cualquier duda o inconveniente comunicarse con la Srta. Kelly Andrea Giraldo Calderón al teléfono celular 975568685 quién es responsable de la tesis.

Firma del Apoderado

Fecha

Anexo 6: EVIDENCIAS

- Test de apoyo unipodal:



- **Método Hernández Corvo:**

- Obtención de la huella plantar



- Aplicación de la prueba de Hernández Corvo

