

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Relación entre huella plantar e índice de masa corporal en niños
de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello Cáceres

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

AUTORES

Emersons Johao Calderon Torres
Karla Milagros Llaja Fernandez

ASESOR

Sadith Peralta González

Lima, Perú
2022

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos de los Autores****Autor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 3

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Autor 4

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (opcional)	

Datos de los Asesores**Asesor 1**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Asesor 2

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	
Número de Orcid (Obligatorio)	

Datos del Jurado

Presidente del jurado

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número del documento de identidad	

Datos de la Obra

Materia*	
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado:	
Idioma	
Tipo de trabajo de investigación	
País de publicación	
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	
Grado académico o título profesional	
Nombre del programa	
Código del programa Consultar el listado:	

***Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesauro).**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA MÉDICA - TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA LICENCIATURA

ACTA N° 126-2024

En la ciudad de Lima, a los diecinueve días del mes de Agosto del año dos mil veinticuatro, siendo las 10:55 horas, los Bachilleres Llaja Fernandez, Karla Milagros y Calderon Torres, Emersons Johao sustentan su tesis denominada **“Relación entre huella plantar e índice de masa corporal en niños de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello Cáceres”** para obtener el Título Profesional de Licenciado Tecnólogo Médico en Terapia Física y Rehabilitación, del Programa de Estudios de Tecnología Médica - Terapia Física y Rehabilitación.

El jurado calificó mediante votación secreta:

- | | |
|---|--------------------|
| 1.- Prof. Ricardo Salomóm Rodas Martinez | APROBADO : BUENO |
| 2.- Prof. Rocío de las Nieves Pizarro Andrade | APROBADO : BUENO |
| 3.- Prof. Greisy Tinoco Segura | APROBADO : REGULAR |

Se contó con la participación del asesor:

- 4.- Prof. Sadith Milagros Peralta Gonzales

Habiendo concluido lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Católica Sedes Sapientiae y siendo las 11:45 horas, el Jurado da como resultado final, la calificación de:

APROBADO : BUENO

Es todo cuanto se tiene que informar.



Prof. Ricardo Salomóm Rodas Martinez
Presidente



Prof. Rocío de las Nieves Pizarro Andrade



Prof. Greisy Tinoco Segura



Prof. Sadith Milagros Peralta Gonzales

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR DE TESIS

Lima, 10 de Septiembre de 2024

Doctor,
Yordanis Enriquez Canto
Jefe del Departamento de Investigación
Facultad de Ciencias de la Salud UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título : Relación entre huella plantar e índice de masa corporal en niños de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello Cáceres, presentado por Calderon Torres Emersons Johao con código 2015100708, DNI 47083996 y Llaja Fernandez Karla Milagros con código 2015200532 , DNI 47838357 para optar el título profesional de Tecnólogo Médico en Terapia Física y Rehabilitación ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser sustentado ante el Jurado Evaluador.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 10 %**. * Por tanto, en mi condición de asesora, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Firma del Asesor

DNI N°: 70826236

ORCID: 0000-0001-5736-3249

Facultad de Ciencias de la Salud UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

Relación entre huella plantar e índice de masa corporal en niños
de la Institución Educativa Mariscal Andrés Avelino Cáceres

LICENCIADO TECNÓLOGO MÉDICO EN TERAPIA FÍSICA
Y REHABILITACIÓN

DEDICATORIA

A nuestros padres, por la confianza, el cariño, la motivación y el apoyo incondicional; sin ellos, no habiéramos seguido este sueño de emprender el camino de esta hermosa profesión.

AGRADECIMIENTO

A la I.E. Andrés Avelino Cáceres, por su apoyo, ya que hizo posible el desarrollo de este trabajo de investigación; a los padres de familia, por la paciencia y confianza que nos brindaron; y a la asesora, Sadith Peralta Gonzales, por ser nuestra guía en este proceso académico.

RESUMEN

La bóveda plantar es una estructura flexible y adaptable, cuya función consiste en distribuir el peso corporal cuando el pie se contacta con el suelo. Por esta razón, el sobrepeso podría alterar la biomecánica de la misma. **Objetivo:** Determinar si existe asociación entre la huella plantar y el índice de masa corporal en niños. **Materiales y métodos:** Estudio de alcance correlacional con diseño no experimental de corte transversal. El estudio estuvo conformado por 120 niños de ambos sexos con edades entre los 6 y 10 años de la Institución Educativa “Andrés Avelino Cáceres” del distrito de Lurigancho. Los instrumentos utilizados fueron el índice de Hernández Corvo, mediante el cual se determina el tipo de huella plantar, y el índice de masa corporal que permite categorizar el peso de los participantes. **Resultado:** La muestra evaluada estuvo conformada por 120 niños con una media de edad de 8 años. Las mujeres evaluadas fueron (51.67%). Referente al tipo de huella plantar, el 36.67% de niños presentó un tipo de huella plantar normal en el pie derecho; y, el 37.50%, en el pie izquierdo; además, el 47.50% presentó un IMC normal. Respecto al análisis de las variables principales, el 43.48% tiene obesidad y un tipo de huella plantar normal en el pie derecho con una significancia estadística ($p=0.02$); y, el 66.67%, delgadez y un tipo de huella plantar normal/cavo en el pie izquierdo con una significancia estadística ($p=0.04$). **Conclusión:** Se encontró significancia estadística entre el tipo de huella plantar y el índice de masa corporal. La mayor parte de los participantes presentó huella plantar normal en ambos pies. En la población estudiada, el promedio de edad fue 8 años. El promedio del peso de la población evaluada fue de 35 kg.

Palabras claves: Huella plantar, índice de masa corporal (Imc), Hernández Corvo.

ABSTRACT

The plantar arch is a flexible and adaptable structure; whose function is to distribute body weight when the foot makes contact with the ground. For this reason, overweight could alter its biomechanics. **Objective:** to determine if there is an association between the plantar footprint and the body mass index in children. **Materials and methods:** Correlational scope study with a non-experimental cross-sectional design. The study consisted of 120 children of both sexes between the ages of 6 and 10 years from the "Andrés Avelino Cáceres" Educational Institution in the district of Lurigancho. The instruments used were the Hernández Corvo Index, through which the type of plantar footprint is determined, and the Body Mass Index, which allows the weight of the participants to be categorized. **Result:** The sample evaluated consisted of 120 children with an average age of 8 years, the women evaluated were (51.67%). Regarding the type of footprint, 36.67% of children had a normal footprint on the right foot and 37.50% on the left foot, 47.50% had a normal BMI. The analysis of the main variables showed that 43.48% were obese and had a normal footprint on the right foot with statistical significance ($p=0.02$) and 66.67% were thin and had a normal/cavus footprint on the left foot with statistical significance ($p=0.04$). **Conclusion:** Statistical significance was found between the type of footprint and the body mass index. Most of the participants had a normal footprint on both feet. In the population studied, the average age was 8 years. The average weight of the population evaluated was 35 kg.

Keywords: Footprint, body mass index (bmi), Hernández Corvo.

Resumen	5
Índice	7
Introducción	8
Capítulo I. El problema de investigación	9
1.1. Situación problemática	9
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Justificación de la investigación	9
1.4. Objetivos de la investigación	9
1.4.1. Objetivo general	9
1.4.2. Objetivos específicos	9
1.5. Hipótesis	9
Capítulo II. Marco teórico	10
2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.2. Bases teóricas	10
Capítulo III. Materiales y métodos	11
3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación	11
3.2. Población y muestra	11
3.2.1. Tamaño de la muestra	11
3.2.2. Selección del muestreo	11
3.2.3. Criterios de inclusión y exclusión	11
3.3. Variables	11
3.3.1. Definición conceptual y operacionalización de variables	11
3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos	11
3.5. Plan de análisis e interpretación de la información	11
3.6. Ventajas y limitaciones	11
3.7. Aspectos éticos	11
Capítulo IV. Resultados	12
Capítulo V. Discusión	13
5.1. Discusión	13
5.2. Conclusión	13
5.3. Recomendaciones	13
Referencias bibliográficas	14
Anexos	

INTRODUCCIÓN

El pie es una estructura anatómica mecánica distal conformada por 28 huesos. Cuenta con 3 regiones definidas: el antepié, la zona media y el retropié. El talón y el dorso del empeine están formados por siete huesos tarsianos entre cortos y gruesos. A su vez, los cinco metatarsianos organizados de forma paralela, que forman la parte frontal del empeine, presentan una disposición hacia delante y forman parte del antepié. Los componentes osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie conforman una estructura dinámica llamada bóveda plantar. Esta, mediante sus tres arcos, cumple la función de distribuir el peso corporal cuando el pie contacta con el suelo.

La bóveda plantar se encarga de recibir una serie de estímulos, principalmente mecánicos. La flexibilidad que posee la hace capaz de adaptarse a diversas superficies y cargas. Por eso, las distribuciones de peso predisponen el tipo de huella plantar que se encuentra en el niño, desde una huella normal o con alteraciones de apoyo plantar de leve a severo. Por ello debemos considerar que cualquier cambio, incluso mínimo, en su estructura podría alterar su desempeño biomecánico. Hay antecedentes que afirman que el sobrepeso provoca un profundo impacto en el desempeño de actividades de la vida diaria.

Debido al contexto de la pandemia, las actividades de los niños se han visto alteradas tornándose más sedentarias. Su IMC pudo haberse incrementado, ocasionando alguna alteración en la huella plantar, como la presencia de pie plano o pie cavo. Por eso, el presente estudio tiene como objetivo determinar si existe relación entre el índice de masa corporal y el tipo de huella plantar en niños de 6 a 10 años en la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres.

El presente estudio está formado por cinco capítulos. El primer capítulo comprende la situación problemática, así como los argumentos y las razones del desarrollo de este estudio, además elabora las preguntas de investigación y establece los objetivos del mismo. En el segundo capítulo, se expone los antecedentes internacionales y nacionales que se han analizado detalladamente en el marco y los fundamentos teóricos. En el tercer capítulo, se presenta los materiales y métodos a utilizar, elementos como el tamaño de la muestra y el enfoque de análisis aplicado con el propósito de determinar si existe una relación entre las variables estudiadas. En el cuarto capítulo, se presenta los datos recopilados en tablas y sus definiciones. En el quinto capítulo, se desarrolla la discusión y se confronta los resultados obtenidos con los de otros estudios. Así mismo, se elabora las recomendaciones y conclusiones a partir de los hallazgos obtenidos.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación problemática

El pie es un elemento fundamental en la función de apoyo y sostén del cuerpo humano. Por su ubicación, está destinado a recibir toda la carga del cuerpo. No se trata únicamente de una plataforma de apoyo estable y sólido, sino que, gracias a su composición flexible, puede adaptarse a la forma y relieve de diferentes superficies. Cuenta con 3 arcos que constituyen la bóveda plantar, destacando el longitudinal, llamado “medial” o “interno”, por ser el más alto, largo y el único visible clínicamente.

En los niños, en etapa escolar, la bóveda plantar es una estructura flexible y en proceso de desarrollo, capaz de ajustarse a los requerimientos mecánicos para su correcta formación. Sin embargo, muchos factores influyen en este proceso como la adaptación a los diversos estímulos que se le ofrecen, la actividad física y el tipo de calzado. Estos podrían condicionar el tipo de huella plantar en el niño.

En el año 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS) manifestó que, a nivel mundial, un 65% de niños de 6 a 11 años presentó pie plano, lo que refleja una alta incidencia de esta alteración (1).

A nivel de Latinoamérica, un estudio realizado en Chile, en el 2013, determinó que la mayor prevalencia de alteraciones en la huella plantar se da en escolares de 6 a 12 años. El 31,6% de los niños presentó pie plano; y el 11,6 %, pie cavo. Por otro lado, se encontró que, en las niñas, el 24,3% presentó pie plano; y 14,4%, pie cavo (2).

Según un estudio realizado en Perú, en el 2017, el pie plano es un problema de salud que afecta al 10% de su población. Este mismo estudio describió una alta incidencia de alteraciones plantares en escolares, determinando que, del grupo evaluado, 11 niños presentaban pie plano; y, 8 niños, pie plano normal. Respecto a la incidencia de niños con pie cavo, en 5 niños se observó pie normal cavo; en 7, pie cavo; y, en ninguno, se pudo observar pie cavo fuerte ni extremo (3).

Varios estudios demostraron que la presencia de pie plano y pie cavo se deben a diversos factores como los estímulos que se les brinda durante el día, ya que estos provocan adaptaciones. Además, la actividad física, el tipo de calzado y el IMC, en categoría de sobrepeso y obesidad, podrían condicionar el tipo de huella plantar en el niño (4).

En este sentido, cabe mencionar que una de las causas de los índices de masa corporal elevados (sobrepeso y obesidad) en los niños es la inadecuada educación nutricional de los padres, ya que la dieta de los niños tiene un alto contenido calórico y pobre valor nutricional.

En Latinoamérica, el Perú es el tercer país con mayor riesgo de enfermedades no transmisibles. La cifra de personas con obesidad y sobrepeso está incrementándose de forma alarmante. El 53.8% de la población peruana presenta un exceso de grasa corporal; es decir, una de cada dos personas pesa más de lo que debería, lo cual representa un peligro para su salud. Según el Minsa y el Instituto Nacional de Salud, entre el 2017 y el 2018, más de 340 millones de niños y adolescentes con edad, entre los 5 y los 19 años, presentaban sobrepeso u obesidad (5). Por ejemplo, en la región Tacna, se reportó una incidencia de 21.7% de obesidad en niños de 5 a 9 años de edad. Este porcentaje fue casi el triple del promedio nacional. A pesar de ello, aún se percibe cierto desconocimiento y falta de interés en el tema por parte de los padres de familia (6).

Así mismo, los antecedentes de estudios nacionales e internacionales demostraron la existencia de una relación entre el tipo de huella plantar y el estado nutricional de niños en etapa escolar, convirtiendo este problema de salud en el más frecuente durante esta etapa, ya que afecta al 10% de la población. (7) (8)

Finalmente, por lo expuesto, los investigadores han considerado relevante estudiar la relación que puede existir entre la huella plantar y el índice de masa corporal en niños en un contexto de pandemia.

1.2 Formulación del problema

¿Existe relación entre la huella plantar y el índice de masa corporal en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello Cáceres en el año 2021?

1.3 Justificación de la investigación

En la actualidad, debido al contexto de pandemia, las actividades de los niños se pudieron alterar. Por ello, es probable que su IMC se haya incrementado, ocasionando alguna alteración en la huella plantar. Ante esta situación, los investigadores tuvieron el interés de relacionar el tipo de huella plantar con el índice de masa corporal en niños de 6 a 10 años, ya que las anomalías del pie y sus alteraciones son frecuentes en esta etapa escolar. También, se añade la ausencia de actividad física y la poca tolerancia de actividades como correr y caminar, lo cual podría empeorar la situación. A su vez, se propuso el análisis de una variable no contemplada en otras investigaciones como el tipo de calzado.

En cuanto al aspecto social, conforme a la situación global mencionada, se podría haber limitado el estímulo adecuado en los pies, generando defectos en el apoyo plantar y, por consiguiente, alteraciones del pie y de la marcha. En consecuencia, la funcionalidad dinámica y estática del pie en la ejecución de actividades de la vida diaria de los niños se vio afectada. Por ello, conforme a la formación profesional como terapeutas físicos, pretendemos diseñar un programa preventivo adecuado y, con los resultados obtenidos, abordar de manera oportuna las alteraciones musculoesqueléticas que se pudieran presentar en edades posteriores de modo que no se altere el rendimiento académico, deportivo y el desempeño de actividades de su vida diaria. (9)

Finalmente, este trabajo será útil para que futuras investigaciones puedan considerar la relación entre ambas variables estudiadas y puedan actualizar la información estadística sobre la población propuesta.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar la relación entre la huella plantar y el índice de masa corporal en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021.

1.4.2 Objetivos específicos

Determinar el porcentaje del tipo de huella plantar en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021

Determinar el porcentaje de índice de masa corporal en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021.

Determinar el porcentaje de sexo en niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021

Determinar la media de edad en niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021

Determinar la media de peso en niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello en el año 2021.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula

No existe relación entre la huella plantar y el índice de masa corporal en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello.

1.5.2 Hipótesis alterna

Si existe relación entre la huella plantar y el índice de masa corporal en los niños de 6 a 10 años de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En la elaboración del presente estudio de investigación, se consideró estudios nacionales e internacionales realizados entre los años 2015 y 2020 sobre la asociación de la huella plantar y el índice de masa corporal. A continuación, se presenta los estudios que abordan estos temas.

Antecedentes nacionales

Un estudio determinó la relación entre el índice de masa corporal (IMC) y huella plantar (HP) en una población de Arequipa. Se realizó un estudio descriptivo y transversal conformado por 212 niños y adolescentes de ambos sexos entre 5 a 18 años durante el año 2020. Se evaluó la huella plantar a través del método de Hernández Corvo y los resultados se categorizaron en pie plano, normal y cavo. Respecto al peso y la talla, se utilizó el cálculo de IMC la edad (IMC / edad). Los principales resultados fueron los siguientes: la mayoría de participantes eran mujeres y representaban el 51.9% (n=110). Los participantes que presentaron exceso de peso fueron predominantemente varones (43.2% vs 32.7%); sin embargo, no se obtuvo una diferencia significativa en el IMC de ambos grupos ($p>0.05$). En cuanto a la presencia de alteraciones en la huella plantar, la mayor prevalencia se dio en mujeres, aunque la diferencia con el grupo masculino no fue significativa (37.5% vs. 34.6%, $p=0.385$). En conclusión, no se pudo observar una relación estadísticamente significativa entre el IMC/Edad y la huella plantar de los evaluados ($p=0.732$). (10)

Un proyecto de investigación realizado en el 2019, en Mi Perú-Callao, tuvo como objetivo determinar la relación del índice de masa corporal y tipo de arco plantar en infantes. La muestra estuvo conformada por 182 alumnos con edades entre los 6 y 7 años entre niños y niñas de la I.E. Manuel Seoane Corrales. El estudio tuvo un diseño descriptivo correlacional prospectivo. Los instrumentos aplicados fueron el método de Hernández Corvo y el IMC según la tabla de valoración nutricional antropométrica de 5 a 17 años. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba de Chi². Se demostró que existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables. Además, se observó que no existe una relación significativa entre el género y el tipo de arco plantar ($p>0.066$), ya que el 54,9% de niños y el 51% de niñas presentan un arco plantar normal. De la misma manera, se descartó una relación estadísticamente significativa entre la edad y el tipo de arco plantar ($p>0.160$). (11)

Otra investigación realizada en el 2017, en la I.E. Jorge Basadre Grhoman, distrito de Chaclacayo, tuvo como objetivo establecer una relación entre el arco plantar y el IMC en niños de 1° y 2° grado de educación primaria. La muestra fue conformada por 93 alumnos con edades de 6 a 8 años. El estudio fue de tipo cuantitativo, correlacional prospectivo. Los resultados del análisis estadístico demostraron que del total de niños de 1.° grado que obtuvieron un IMC correspondiente a obesidad, el 23,5% presentaba alteraciones plantares en el pie derecho; y, el 11,8% de este mismo grupo, alteraciones en el pie izquierdo. Al evaluar a los niños de 2.° grado, se observó que el 26,3% presentaba pie derecho plano con obesidad; y el 52,6% el pie derecho cavo y obesidad. Respecto a la extremidad izquierda, el 26,3% de los niños presentaba pie plano y obesidad; y el 42,1% pie cavo con obesidad. Finalmente, no se demostró la existencia de una relación entre el IMC y el arco plantar con respecto al sexo. (12)

Por último, un estudio realizado en el 2017 en Mollepata - Santiago de Chuco, Trujillo, tuvo como finalidad demostrar la relación entre el desarrollo de la huella plantar y el sexo, la edad y el estado nutricional en niños de 3 a 11 años. Para determinar el estado nutricional se utilizó el IMC/Edad. Para clasificar las huellas plantares, se realizó plantigrafías y se utilizó el índice de Chippaux-Smirak. El estudio fue de tipo transversal analítico con un muestreo estratificado. Se realizó el análisis en 2 grupos: preescolares de 3 a 5 años, que representan el 26% del total de niños, y escolares de 6 a 11 años, que representan el 74%. Tras el análisis estadístico, se concluyó que existe una asociación significativa entre la obesidad y la huella plantar plana, ya que la probabilidad de encontrar huella plantar plana en un niño con obesidad se incrementa casi 17 veces en comparación con un niño normopeso. (13)

Antecedentes internacionales

Un artículo publicado en México en el 2019, estudió si la presencia de alteraciones de la huella plantar guardaba relación con el sobrepeso y la obesidad. La investigación se desarrolló en la comunidad de Cacalotepec, Puebla. La muestra estuvo conformada por 959 escolares con edades de 6 a 13 años. Este estudio fue de tipo observacional transversal y prospectivo. Se registró el peso y talla de cada niño, así como su IMC para la edad. Para la clasificación de la huella plantar, se utilizó el índice del arco. Para realizar el análisis estadístico, se utilizó las pruebas X2 y ANOVA mediante el programa SPSS versión 24. El análisis descriptivo demostró que el 55.3% de los participantes eran niños, mientras que las niñas representaban el 44.7% de la muestra y el promedio de edad fue de 8.97 años. El 19% del total de niños evaluados presentaban alteraciones plantares, siendo pie plano el 42.3% de este grupo y pie cavo el 57.7%. Al evaluar el IMC, se obtuvo un total de 131 niños en condición de sobrepeso y 52 niños en condición de obesidad; sin embargo, no tuvo mayor influencia en la presencia de alteraciones de la huella plantar ($p=0.20$). La presencia de pie plano fue mayor en los varones, estableciendo una relación de 2.5:1. En el caso del pie cavo, la presencia fue mayor en las niñas con una relación de 1.3:1. Se observó mayor prevalencia de pie cavo en el grupo evaluado. Se concluyó que el peso corporal no fue determinante para la presencia de alteraciones de la huella plantar. (14)

Un estudio realizado en cuatro instituciones educativas de Santiago de Chile, en el año 2016, tuvo como objetivo determinar la asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños de 6 a 10 años. El diseño del estudio fue no experimental, descriptivo, transversal y contó con una muestra de 388 niños. Se recopiló el peso y la talla de cada niño, así como su huella plantar a partir del método Hernández Corvo. Se observó que más del 40% de participantes excedía el peso correspondiente a sus características, siendo mayor la prevalencia en niñas (47,8%) que en niños (42,7%). La evaluación de la huella plantar arrojó que el 17% de los niños presentaba pie plano, siendo mayor el porcentaje en el pie derecho (18,3%) que en el izquierdo (15,7%). Se observó una diferencia significativa en la prevalencia de pie plano en niños con obesidad en comparación con los niños en categoría de sobrepeso o normopeso. Se concluyó que el estado nutricional tiene asociación con la incidencia de pie plano en los niños. Además, se estableció una asociación entre la obesidad y la alteración morfológica del pie en niños de 6 a 10 años. (15)

Por otro lado, un estudio realizado en la ciudad de Quito, en el 2015, logró determinar la eficacia del método Hernández Corvo para diferenciar los grados de pie plano. El objetivo de la investigación fue establecer la prevalencia de pie plano grado I, II y III en estudiantes de 8 a 12 años de edad. El estudio fue de tipo descriptivo, observacional y corte transversal, y la muestra estuvo conformada por 36 estudiantes de una escuela adventista: el 44% eran varones; y el 56%, mujeres. Los instrumentos aplicados fueron el Índice de Hernández Corvo y la Baropodometría Dinámica. El análisis evidenció que el 19% de los niños evaluados presentaba pie plano; el 81%, una huella normal o cava. Además, el pie plano grado III fue el de mayor prevalencia para el pie izquierdo, mientras que en el pie derecho predominaban los grados II y III (16).

Por último, una investigación realizada durante el 2012 demostró que existe asociación entre la prevalencia de pie plano y la obesidad en escolares de 9 a 11 años. El estudio desarrollado en Tamaulipas, México, fue de tipo analítico y corte transversal, y contó con la participación de 1128 escolares. El análisis descriptivo determinó que el 51.2% de participantes eran niñas y el 48.8% niños. A cada participante se le tomó medidas antropométricas de peso, talla, perímetros de cintura y cadera, así como el IMC. Por medio de un podoscopio, se fotografiaron las huellas plantares y se utilizó la clasificación de Denis para determinar el grado de pie plano. Los resultados obtenidos fueron que el 49.1% de los participantes se clasificaron con sobrepeso u obesidad y la prevalencia de pie plano fue de 12.1%. Se logró establecer una asociación significativa entre la obesidad y el pie plano ($p < 0.001$). Además, se determinó que los niños con sobrepeso u obesidad tienen una probabilidad 2.5 veces mayor de presentar pie plano, en comparación con niños de peso normal. (17)

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Anatomía del pie

La estructura mecánica del pie está compuesta por 28 huesos que incluyen 2 huesos sesamoideos, así como articulaciones y ligamentos. Esta extremidad distal del cuerpo se divide funcional y anatómicamente en tres regiones: el antepié que abarca las falanges y los metatarsianos; el mediopié conformado por el escafoides, cuboides cuneiformes y las bases de los 5 metatarsianos; y, por último, el retropié compuesto por el astrágalo y el calcáneo, formando la articulación subastragalina.

El tarso consta de 7 huesos estructurados en dos secciones: una parte posterior formada por el astrágalo y el calcáneo, y una parte anterior compuesta por el cuboides, el escafoides y las tres cuñas. Del mismo modo, el metatarso lo constituyen cinco huesos alargados que se encuentran en el antepié. Finalmente, los dedos están conformados por 14 falanges que constituyen el esqueleto óseo de los mismos.

Conforme a su funcionamiento, el pie se divide en 3 regiones: talón (que representa el apoyo posterior del pie), antepié (apoyo anterior) y la bóveda plantar (parte media del pie) (18).

2.2.2 Biomecánica del pie

El pie tiene la capacidad de ejecutar sus movimientos sobre 3 ejes, es decir, cuenta con tres grados de libertad: flexión - extensión, rotación interna, rotación externa y supinación – pronación.

Según su funcionalidad, las articulaciones del pie se pueden dividir en 2 tipos: articulaciones de acomodación y articulaciones de movimiento. Las articulaciones del tarso y tarso-metatarsianas son consideradas de acomodación, ya que tienen como principal función mitigar el impacto que provoca el contacto entre el pie y el suelo, además de brindarle al pie la capacidad de adaptarse a diversas superficies.

Por otro lado, las articulaciones de los dedos y el tobillo son articulaciones de movimiento, es decir, son principalmente dinámicas. En el despegue durante la marcha, la tibia rota externamente conlleva al tobillo a realizar una flexión plantar por acción del tibial posterior junto al tríceps sural, y al retropié a situarse en varo. Dicha posición separa los ejes de las articulaciones astrágalo - escafoides y calcáneo – cuboidea; además bloquea la articulación mediotarsiana, generando una rigidez podal capaz de soportar cargas.

En el pie, el hueso astrágalo tiene como función principal repartir las fuerzas y cargas hacia los diferentes puntos de apoyo durante la bipedestación y la marcha.

En bípedo, el peso del miembro superior primero es transmitido a la pelvis, la cual, a través de las extremidades inferiores, continúa sumando y transmitiendo el peso hacia el suelo. Eso significa que cada pie debería soportar la mitad del peso corporal. A su vez, en esta posición, el 56% del peso se concentra en el talón, mientras que el 44% en el antepié. Si hay elevación de 2 cm en el talón, el peso se desplaza proporcionalmente hacia adelante quedando 50% en ambas partes. En la marcha, durante la fase de balanceo, el peso del cuerpo se multiplica por 2, en la carrera por 3 y por 4 o 5 al saltar (19).

2.2.5 Arcos de la bóveda plantar

La bóveda plantar se compone de tres arcos elementales: el arco medial, el arco lateral y el arco anterior. Cuando estos tres arcos se mantienen en equilibrio, contribuye a que el pie ejerza un apoyo correcto sobre el suelo y pueda ejecutar las funciones biomecánicas que le corresponden.

2.2.5.1 El arco medial

El arco medial, también llamado arco longitudinal medial, se considera el más importante tanto desde el punto de vista estático como dinámico. Su disposición desde el calcáneo hasta la cabeza del primer metatarsiano lo hace el más largo y alto de los 3 arcos. Consta de cinco piezas óseas: el primer metatarsiano, el primer cuneiforme, el escafoides, el astrágalo y el calcáneo.

Según distintos expertos, varios músculos desempeñan la función de tensores principales en este arco. Destaca el tibial posterior, el peroneo lateral largo y el flexor largo del dedo gordo. Este último, con la asistencia del flexor común de los dedos, cumple una función estabilizadora sobre el astrágalo y el calcáneo. Además, el aductor del dedo gordo también se destaca como un contribuyente esencial a la estabilidad de este arco. (20)

2.2.5.2 El arco lateral

Este arco lateral se encuentra a una distancia de 3-5 mm del suelo. Por eso, sus partes blandas entran en contacto con el suelo. Está dispuesto a lo largo de la cara externa del pie y se compone principalmente por tres huesos: el calcáneo, cuyas tuberosidades actúan como soporte posterior del arco, el cuboides y el quinto metatarsiano. Los músculos encargados de sostener y estabilizar este arco son el peroneo lateral corto, el peroneo lateral largo y el abductor del quinto dedo (20).

2.2.5.3 El arco anterior

El arco anterior, también conocido como arco transversal, está situado entre los apoyos anteriores de los arcos interno y externo, extendiéndose desde la cabeza del primer metatarsiano hasta la cabeza del quinto. La segunda cabeza de este arco juega un rol importante, ya que, al ser la más elevada, actúa como punto clave de esta bóveda.

Desde el punto de vista muscular, el soporte estructural de las cabezas de los metatarsianos viene de las cuerdas parciales y totales que posee el haz transversal del aductor del dedo gordo. Sin embargo, este músculo es propenso a sufrir lesiones debido a su poca potencia.

2.2.3 Huella plantar

Los 3 arcos mencionados conforman la huella plantar. A nivel clínico, el arco longitudinal es el más resaltante, tanto en fases dinámicas como en estáticas. La huella plantar es una forma fiable de analizar la estructura del pie, ya que brinda una visión clara del estado en el que se encuentra las piezas anatómicas que lo conforman. (18)

2.2.4 Tipos de huella plantar

Huella plantar normal

La huella plantar normal muestra con claridad la forma común de la planta. Es un indicador de que no existe ninguna deformación cuando se camina. (18)

Huella plantar plana

La huella plantar plana es la manifestación de una reducción en la altura del arco longitudinal, lo que conlleva a que el área de contacto del pie con el suelo sea mayor. Esta condición también se asocia con un retropié en posición de valgo y pronación, mientras que el antepié adopta una posición de abducción y supinación (21). La patología del pie plano se caracteriza por el descenso del arco longitudinal del pie, talón en valgo, desplazamiento inferior, anterior e interno del astrágalo, además de relacionarse con desequilibrios musculares e hiperlaxitud ligamentaria.

Huella plantar cava

La huella plantar cava se caracteriza por un incremento en la altura del arco longitudinal. Cuando la altura de este arco se incrementa, la forma de la bóveda plantar se altera, de manera que los dedos, del segundo al quinto, toman una posición de garra. El uso de calzado inadecuado, impactos directos en el pie, desequilibrios musculares y/o nerviosos, infecciones o quemaduras podrían ser causantes de esta alteración (21).

2.2.5 Método de Hernández Corvo

El método de Hernández Corvo consiste en categorizar el tipo de pie a partir de las medidas obtenidas mediante el análisis de la huella plantar. Las clasifica en siete categorías que abarcan desde el pie cavo extremo hasta el pie plano. Este método permite el uso de otros métodos para obtener la huella plantar, ya sea mediante un fotopodograma, pedigrafía o colocando tinta en la planta del pie. Este último método es considerado el más económico y de fácil acceso. (22).

2.2.5.1 Índice de Hernández Corvo

Clasificación con el valor de X % de acuerdo al tipo de pie

Esta ecuación considera las mediciones de la anchura metatarsiana y la bóveda plantar proporcionando una relación porcentual entre ambas.

Esta relación permite clasificar el tipo de pie de la siguiente manera:

- 1) Pie plano: 0 - 34
- 2) Pie plano normal: 35 – 39
- 3) Pie normal: 40 - 54
- 4) Pie normal cavo: 55 – 59
- 5) Pie cavo: 60 - 74
- 6) Pie cavo fuerte: 75 - 84
- 7) Pie cavo extremo: 85 - 100 (23)

2.2.6. Índice de masa corporal (IMC)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el índice de masa corporal (IMC) como un indicador sencillo de la relación que existe entre el peso y la estatura de cada persona. Su propósito es identificar la delgadez, el sobrepeso y la obesidad en niños y adultos. Su cálculo se realiza dividiendo el peso de una persona en kilogramos entre el cuadrado de su estatura en metros (kg/m^2). El IMC provee una medida práctica y uniforme para evaluar el sobrepeso y la obesidad en la población, ya que la fórmula es la misma para cualquier género y edad. No obstante, es importante tener en cuenta que este cálculo es una aproximación, ya que el nivel de grosor varía de manera individual. Se considera sobrepeso cuando el IMC es igual superior a los $25 \text{ Kg}/\text{m}^2$, y se clasifica como obesidad cuando alcanza o excede los $30 \text{ kg}/\text{m}^2$. Además, este índice se relaciona con el riesgo de desarrollar diversas enfermedades cardiovasculares, endocrinas y metabólicas (24).

Referente al índice de masa corporal en la población infantil, el Ministerio de Salud de Perú emplea un cuadro de evaluación nutricional antropométrica para varones y mujeres de 5 a 17 años. Esta tabla clasifica a la población infantil en 4 categorías: delgadez, normal, sobrepeso y obesidad (25).

De acuerdo con la OMS, la obesidad infantil representa uno de los más preocupantes desafíos para la salud pública en el siglo XXI. En el año 2016, se identificó a más de 340 millones de niños y adolescentes entre los 5 y 19 años de edad que presentaban problemas de sobrepeso u obesidad. Esta cifra muestra un incremento significativo, ya que la prevalencia aumentó del 4% en 1975 a más del 18% en 2016 (24)

1. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es un estudio de alcance correlacional debido a que examinó la posible relación entre la huella plantar y el índice de masa corporal. Tiene un diseño no experimental de corte transversal, ya que los participantes fueron analizados en un determinado tiempo y lugar sin seguimiento posterior (26).

3.1. Población y muestra

La población del presente estudio de investigación fueron los estudiantes de ambos sexos en edades de 6 a 10 años de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Lurigancho. Se evaluó a toda la población conformada por 250 participantes. Solo aceptaron participar 120 estudiantes.

3.1.1. Tamaño de la muestra

La muestra estuvo conformada por 120 estudiantes. No se aplicó ningún cálculo para el tamaño muestral ya que se evaluó a toda la población. Esto se realizó a través de un censo poblacional.

3.1.2. Selección del muestreo

No se utilizó ningún tipo de muestreo, ya que se realizó a través de un censo poblacional.

3.1.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Estudiantes de edades comprendidas entre 6 a 10 años.

Estudiantes de ambos sexos.

Estudiantes que están matriculados en la I.E Andrés Avelino Cáceres y cursan los grados de 1.º a 5.º de primaria.

Estudiantes que presenten el consentimiento informado con firma de aceptación del tutor o apoderado.

Criterios de exclusión

Estudiantes con algún aditamento ortopédico.

Estudiantes que no permitieron ser evaluados.

Estudiantes que hayan sufrido una lesión reciente.

Estudiantes con alguna discapacidad motora.

Estudiantes que estaban en tratamiento fisioterapéutico por algún problema ortopédico en miembro inferior.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual y operacionalización de variables

El cuadro operacional se encuentra en el anexo (1).

Variable: Huella plantar

Definición: La huella plantar está conformada por 3 arcos. El arco longitudinal es el que se va a resaltar más que los demás. La huella plantar constituye un método válido para analizar la estructura del pie, ya que refleja de manera precisa el estado de sus estructuras anatómicas (18).

Tipo de variable: Esta variable es de tipo cualitativa politómica ordinal.

Indicadores y categorías: Si obtiene un porcentaje de 0 - 34% presentará pie plano de 35 - 39% presentará pie plano normal, 40 - 54% pie normal, 55 - 59% pie cavo normal, 60 - 74% pie cavo, 75 - 84% pie cavo fuerte y de 85 - 100% presentará pie extremo. Para su medición, se hará uso del instrumento del "Método de Hernández Corvo"

Variable: Índice de masa corporal.

Definición: El índice de masa corporal (IMC) es un cálculo obtenido con base en el peso y la estatura de la persona. Para la mayoría de las personas, el IMC es un indicador confiable de la gordura y sirve para identificar las categorías de peso que pueden generar algún problema de salud.

Tipo de variable: Es la variable es de tipo cualitativa politómica V: delgadez, riesgo de delgadez, normal, sobrepeso, obesidad

Indicadores y categorías: Si obtiene un $<P5$ presentará delgadez, $\geq P5$ a $<P10$ presentará riesgo de delgadez, si el IMC está ubicado entre $\geq P10$ a $<P85$ será normal, si el IMC se encuentra entre $\geq P85$ a $<P95$ sobrepeso, el IMC es $\geq P95$ presentará obesidad.

Variable: Edad

Definición: La edad se define como el tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo. Se expresa en años. (27)

Tipo de variable: Esta variable es cuantitativa discreta

Indicador: Esta variable se medirá en años

Variable: Sexo

Definición: Carácter orgánico que distingue hembras de machos basado en el tipo de gametos producidos por sus gónadas (27).

Tipo de variable: Esta variable es cualitativa dicotómica nominal.

Categoría: La categorización de esta variable fue en masculino y femenino

Variable: Peso

Definición: Fuerza con la que la Tierra atrae a un cuerpo. Por lo general, el peso se expresa en kilogramos o libras. (27)

Tipo de variable: Esta variable es cuantitativa continua.

Indicador: El indicador de esta variable se medirá en kilogramos

Variable: Calzado

Definición: Prenda de vestir que cubre y resguarda el pie, brindando confort al individuo al momento de realizar diferentes actividades que involucren la bipedestación. (27)

Tipo de variable: Es una variable cualitativa.

Indicador: La categorización se divide entre adecuado e inadecuado.

3.3. Plan de recolección de datos e instrumentos

La recopilación de datos se llevó a cabo en la I.E. Mariscal Andrés Avelino Cáceres (Lurigancho). Se tomó como muestra a 120 niños de 6 - 10 años.

Por lo mencionado, se realizó lo siguiente:

1. Se solicitó el permiso pertinente a la I.E. Mariscal Andrés Avelino Cáceres-Lurigancho. Asimismo, se anexó junto con el oficio el plan de trabajo. Se explica la importancia de su participación como institución y la relevancia del estudio.
2. Previo consentimiento de la Dirección de la I.E. Mariscal Andrés Avelino Cáceres, se envió una carpeta virtual con el consentimiento informado y una ficha informativa acerca del estudio. Se explicó de manera detallada y precisa el procedimiento del estudio y la importancia de la participación de los niños. El padre de familia, que estuvo de acuerdo con la participación de su menor hijo, firmó el consentimiento, el cual se escaneó y envió por medio virtual.
3. Se accedió a un aula para realizar las valoraciones. Una vez informado el alumno, se le solicitó el retiro del calzado y las medias para subir a la balanza y se registró su peso, mientras que, para la toma de la talla, se usó un tallímetro. A continuación, se llevó a cabo la evaluación del tipo de huella plantar mediante el uso de tinta en un plantígrafo. Se colocaron dos hojas blancas en el plantígrama, y al alumno se le indicó que se pusiera de pie para registrar su huella, comenzando con el talón y luego el resto del pie, sin moverlo. Con precaución, se retiró el pie de la hoja, se procedió a archivar los resultados y agradeciéndole por su participación.
4. La evaluación tuvo una duración aproximada de 6 minutos por participante. Posteriormente, se realizó la medición de la huella plantar utilizando un juego de escuadras. Con el resultado, se aplicó la ecuación de Hernández Corvo para clasificar el tipo de huella plantar.

Finalmente, los resultados fueron clasificados y agrupados de acuerdo con lo que presentaron cada niño para obtener los registros.

Instrumentos

Hernández Corvo

El método de Hernández Corvo (HC) fue desarrollado por Hernández en 1989. Posibilita la tipificación del pie mediante la evaluación de medidas obtenidas a partir de la impresión plantar. Esta clasificación va desde el pie plano hasta el pie cavo extremo.

A pesar de no contar con una validación específica en Perú, el HC se destaca como uno de los métodos de obtención y análisis de la huella plantar más ampliamente utilizado en la práctica clínica, debido a su fiabilidad, precisión y costo accesible.

En investigaciones recientes, como la realizada por Schonauer en el 2015, donde estudió la prevalencia de pie plano grado I, II o III en estudiantes de la ciudad de Quito, se realizó una validación del "índice de Hernández Corvo", aportando confiabilidad al instrumento.

En el ámbito nacional, Castro también utilizó el método de Hernández Corvo. En la investigación que realizó, con el fin de determinar la relación entre el índice de masa corporal y huella plantar en niños y adolescentes de 5 a 18 años de Cerro Colorado Arequipa, esta herramienta le proporcionó respaldo y credibilidad (29).

Calzado

Elegir un calzado adecuado permite un correcto desarrollo del pie y del aparato locomotor de los niños para permitir el movimiento normal de las articulaciones del pie, arco plantar y el desarrollo adecuado de la musculatura (30).

Las categorías (inadecuadas y adecuadas) de la variable fueron propuestas de acuerdo con las características del calzado del niño fueron tomadas del Dr. César García Fontecha (2012) y de la Dra. Raquel Tapia Egoavil (2017) del Departamento de Amputados, Quemados y Trastornos Posturales del INR (31).

Características del calzado de niños

1. La longitud del calzado debe tener aproximadamente un centímetro más que el pie del niño para evitar presionar los dedos.
2. La suela debe ser flexible para permitir la flexión del pie mientras camina.
3. Se aconseja que el diseño de la suela sea multidireccional para prevenir caídas.
4. No debe tener tacón alto o en su defecto debería ser mínimo y evitando prolongaciones de la punta en la parte interna (conocido como tacón de Thomas).
5. Es preferible que el calzado no incluya ningún tipo de plantilla "correctora", ya que los pies saludables no la requieren y, por el contrario, podría causar molestias.
6. El calzado debe sujetar la parte posterior del pie y cubrir justo por encima del talón permitiendo la libertad de movimiento de tobillo.
7. Las sandalias y los suecos no son recomendables, ya que requieren un esfuerzo adicional para poder mantenerlos al caminar.
8. El uso de botas no es aconsejable, ya que limita la movilidad del tobillo (32) (33).

Índice de masa corporal

Para analizar el índice de masa corporal se tomó en cuenta la valoración del CENAN y la fórmula de Perú.

3.4. Plan de análisis e interpretación de la información

Se generó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2013 con toda la información recopilada para ser exportada al programa STATA donde se llevó a cabo el análisis descriptivo e inferencial. Se consideró la frecuencia y el porcentaje para las variables de tipo categóricas (huella plantar, IMC y sexo); mientras que, en las cuantitativas (edad y peso), se consideró la media y la desviación estándar. Para buscar asociación estadística inferencial, se manejó la prueba de Chi cuadrado, ya que ambas variables principales son categóricas, con un nivel de confianza de 95% y un valor de significancia estadística \leq a 0.05.

3.5. Ventajas y limitaciones

Ventajas

- Es un estudio correlacional, por ende, se invirtió menor cantidad de tiempo.
- Es un diseño transversal que demandó un gasto económico bajo.
- El índice de masa corporal fue de fácil acceso su valoración y económico.
- El método de Hernández Corvo fue práctico y económico.
- Hubo mayor accesibilidad a la población de estudio.

Limitaciones

Es un estudio correlacional. Por eso, no se logró identificar qué variable apareció primero; sin embargo, se trató de analizar objetivamente las variables propuestas para verificar su relación.

En el contexto actual de la pandemia, se debió evitar que se mantenga mucho contacto con la población de muestra, por lo cual se consideró programar a los niños de forma ordenada y limitada para que la toma de los valores y los resultados sean correctos.

3.6. Aspectos éticos

En este estudio, se garantiza la privacidad de los participantes, asignándoles un código, lo cual resguarda su información personal y asegura la confidencialidad, de acuerdo con la política de protección de datos de los participantes. Esta información no se utilizó con ningún otro propósito más allá del alcance del presente estudio. Así mismo, mediante la ficha informativa, se comunicó que el procedimiento no representa ningún riesgo para los participantes por tratarse de un procedimiento no invasivo en el cual se aseguró el respeto a la dignidad del menor. En este contexto, los estudiantes y sus apoderados comprendieron que la participación fue de forma voluntaria como se detalla en el consentimiento informado.

3. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Resultados

Tabla 1. Descripción de las variables sociodemográficas

Variables	n	%
Sexo		
Masculino	58	48.33
Femenino	62	51.67
Edad(m±DS)	8.70±1.29	
Peso(m±DS)	35.75±9.84	
Calzado		
Adecuado	23	19.17
Inadecuado	97	80.93

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Descripción de las variables principales

Variables	n	%
Huella plantar derecha (Hpd)		
Pie plano	21	17.50
Pie plano/normal	8	6.67
Pie normal	44	36.67
Pie normal/cavo	30	25.00
Pie cavo	17	14.17
Huella plantar izquierda (Hpi)		
Pie plano	15	12.50
Pie plano/normal	17	14.17
Pie normal	45	37.50
Pie normal/cavo	27	22.50
Pie cavo	16	13.33
Índice de masa corporal (Imc)		
Delgadez	3	2.50
Normal	57	47.50
Sobrepeso	37	30.83
Obesidad	23	19.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Asociación de tipo de huella plantar e índice de masa corporal

Variable	Tipo de huella plantar derecha					P-valor	Tipo de huella plantar izquierda					P-valor
	Plano	Plano/	Normal	Normal/	Cavo		Plano	Plano/	Normal	Normal/	Cavo	
		normal		Cavo				normal		Cavo		
IMC	0	0	0	1	2		0	0	0	2	1	
Delgadez	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67		0.00	0.00	0.00	66.67	33.33	
Normal	8	4	23	14	8		5	9	23	10	10	
	14.04	7.02	40.35	24.56	14.04		8.77	15.79	40.35	17.54	17.54	
Sobrepeso	5	1	11	14	6		2	5	16	10	4	
	13.51	2.70	29.73	37.84	16.22		5.41	13.51	43.24	27.03	10.81	
Obesidad	8	3	10	1	1	0.022	8	3	6	5	1	0.045
	34.78	13.04	43.48	4.35	4.35		34.78	13.04	26.09	21.74	4.35	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Asociación de tipo de huella plantar y sexo

Variable	Tipo de huella plantar derecha					P-valor	Tipo de huella plantar izquierda					P-valor
	Plano	Plano/	Normal	Normal/	Cavo		Plano	Plano/	Normal	Normal/	Cavo	
		Normal		Cavo				Normal		Cavo		
Sexo	14	6	24	9	5		10	10	22	10	6	
Masculino	24.14	10.34	41.38	15.52	8.62		17.24	17.24	37.93	17.24	10.36	
Femenino	7	2	20	21	12	0.02	5	7	23	17	10	0.29
	11.29	3.23	32.26	33.87	19.35		8.06	11.29	37.10	27.42	16.13	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Asociación entre el IMC y sexo

Variable	Índice de masa corporal (IMC)				P valor
	Delgadez	Normal	Sobrepeso	Obesidad	
Sexo					
Hombre	1	29	14	14	
	1.72	50.00	24.14	24.14	
Mujer	2	28	23	9	0.321
	3.23	45.16	37.10	14.52	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Asociación entre el tipo huella plantar y calzado

Variable	Tipo de huella plantar derecha					P-valor	Tipo de huella plantar izquierda					P-valor
	Plano	Plano/ Normal	Normal	Normal /cavo	Cavo		Plano	Plano/ normal	Normal	Normal/ cavo	Cavo	
Calzado												
Inadecuado	19 19.59	7 7.22	34 35.05	23 23.71	14 14.43		14 14.43	13 13.40	35 36.08	25 25.77	10 10.31	
Adecuado	2 8.70	1 4.35	10 43.48	7 30.43	3 13.04	0.697	1 4.35	4 17.39	10 43.48	2 8.70	6 26.09	0.096

Fuente: Elaboración propia.

La muestra evaluada estuvo conformada por 120 participantes con una media de edad de 8 años. El porcentaje de mujeres evaluadas fue (51.67%) y el de varones (48.33%). Referente al calzado, el 80.93% era inadecuado.

Mientras que referente al tipo de huella plantar el 36.67% de niños presentó un tipo de huella plantar normal en el pie derecho y 37.50% en el pie izquierdo, el 47.50% presentó un índice de masa corporal normal.

El análisis entre las variables sexo y tipo de huella plantar derecha mediante la prueba de Chi cuadrado dio un valor significativo ($p=0.02$). Por un lado, respecto al sexo masculino, se observó que el 24.14% tienen huella plantar plana y el 41.38% del sexo masculino tienen pie normal. Por otro lado, el 33.87% del sexo femenino presenta un pie normal/cavo y el 19.35% pie cavo.

El análisis de sexo e IMC se observó que el 50% de los encuestados tienen un IMC normal en ambos sexos. Por otro lado, el 37.10% del sexo femenino tienen un IMC de sobrepeso; y el 24.14% del sexo masculino, obesidad. No se encontró significancia estadística ($p=0.321$).

El análisis de las variables principales se observó que el 43.48% encuestados presenta obesidad y un tipo de huella plantar normal en el pie derecho con una significancia estadística ($p=0.02$); y el 66.67%, delgadez y un tipo de huella plantar normal/cavo en el pie izquierdo con una significancia estadística de ($p=0.04$).

4. CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión

Con la elaboración del informe, se demostró que sí existe una relación entre el tipo de huella plantar e índice de masa corporal, habiendo un mayor porcentaje de mujeres, mayor porcentaje de tipo de huella plantar normal, como también mayor porcentaje de calzado inadecuado.

Con respecto a la relación del tipo de huella plantar e índice de masa corporal, no se encontró relación significativa en ambos pies. Así mismo, se observó una ligera tendencia de sujetos evaluados que tenían el índice de masa corporal delgado y pie cavo. El mismo caso se dio con el tipo de huella plantar plano y la obesidad; sin embargo, se observó variaciones en los sujetos evaluados en las categorías normales por cada variable, lo cual limitó una tendencia limpia según lo argumentado. Este resultado es similar al de Córdova y Huiman Rivas, ya que emplearon los mismos instrumentos de evaluación. Por otra parte, Aco et al., dieron un resultado diferente a este estudio, ya que no encontraron relación. Por un lado, se han identificado respaldos científicos que vinculan la obesidad con el tipo de huella plantar en niños, ya que están en pleno desarrollo de sus estructuras y tienen una mayor laxitud. Por consiguiente, al enfrentarse a cargas elevadas, como el exceso de peso u obesidad, junto con la falta de actividad física, la huella plantar se ajusta, resultando en cambios en la elasticidad de los ligamentos. Este ajuste se debe a que la estructura ósea pierde su relación interarticular entre el mediopié y el retropié, generando un desequilibrio muscular que propicia la presencia de pie plano. (26)

Por otro lado, la población estudiada, pese a los tiempos de pandemia, trató de realizar sus actividades de forma normal dentro de lo posible, ya que, por las condiciones de ese tiempo, los padres tuvieron la necesidad de salir a trabajar para el sustento del hogar, y los niños, de manera gradual, optaron por actividades lúdicas y recreativas en grupos.

Referente al tipo de huella plantar y el tipo de calzado, no se encontró relación; además, se observó una ligera tendencia hacia el pie cavo con el uso del calzado inadecuado. Sin embargo, aún se observó variaciones en la categoría del tipo de huella normal en ambos pies, ya que ambos tipos de calzado se encontraban presentes. Con respecto al uso del calzado, se ha demostrado que andar descalzo puede tener consecuencias en la configuración del pie, pues los tejidos no contráctiles (fascias, ligamentos), los contráctiles (músculos) se refuerzan con la actividad; además, la locomoción y el calzado pueden actuar limitando el movimiento de las estructuras del pie. Algunos autores han encontrado una relación entre los niños que llevan zapatos tempranamente con el pie plano. Por ende, se recomienda caminar descalzo como tratamiento del pie plano flexible. Cabe resaltar que, en la presente investigación, no se analizó el pie plano flexible.

Considerando que la evaluación de dichas variables en aspectos teóricos refleja una tendencia, en la práctica se observa otra. Esto se debe a que el juego al aire libre y la actividad lúdica influye en los niños evaluados que no se vieron tan limitados en épocas de pandemia.

5.2. Conclusiones

Se evidencia que sí existe relación entre el tipo de huella plantar y el índice de masa corporal. La mayor parte de la población estudiantil presentó el tipo de huella plantar normal en ambos pies.

Respecto a IMC se encontraron dentro del grupo estudiantil parámetros normales. En el sexo, la distribución fue equitativa.

En la población estudiada, el promedio de edad fue 8 años. El promedio del peso de la población evaluada fue de 35 kg.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda realizar más investigaciones prospectivas. Además, realizarlas tanto en zonas urbanas como en rurales, ya que se podría determinar el tipo de huella plantar y el estado nutricional en cada una de estas zonas y compararlas.

En cuanto a la huella plantar, se sugiere utilizar métodos dinámicos de análisis que, a diferencia de los métodos estáticos, brindan información más exacta.

Además, se sugiere que, en estudios posteriores, se evalúe el pie plano flexible, marcha y musculatura del miembro inferior.

Finalmente, se invita a los centros de salud a realizar un trabajo multidisciplinario en las instituciones educativas para realizar periódicamente evaluaciones (como estrategias de promoción de la salud) a los estudiantes, teniendo en cuenta que el presente estudio fue realizado en tiempos de pandemia, lo cual dificultó un mejor acceso a la población estudiantil. Asimismo, se invita a los nutricionistas a realizar un seguimiento a la población de niños en etapa escolar acerca de la alimentación diaria y promover charlas educativas a los padres de familia sobre alimentos saludables a bajo costo. De ese modo, se podrá fomentar y mantener el estado nutricional de la población en desarrollo. En el caso de los fisioterapeutas, se invita a realizar charlas educativas a los padres de familia en promoción de la salud sobre las alteraciones del pie y calzados adecuados para ampliar el conocimiento acerca de estos temas y los problemas músculo esqueléticos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Paredes A. El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la unidad educativa santa rosa. Ambato - 2015. Tungurahua: Universidad Técnica de Ambato.
2. Espinoza O, Olivares U, 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): 162-168.
3. 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.
4. 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: Universidad Católica Sede Sapientiae.
5. Organización Mundial de la Salud (OMS) Obesidad y sobrepeso. (2021, 9 junio). Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
6. Ministerio de salud (MINSA) Obesidad en niños de Tacna. Nota de prensa [Internet] .Perú : Minsa ,2018 [citado 16 de julio 2021]. Disponible en : <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/20014-obesidad-en-ninos-de-tacna-casi-triplica-el-promedio-nacional>
7. López-Fuenzalida A, Rodríguez C., Reyes L, Contreras N, Fernández J, Aguirre C. (2016). Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. Nutrición Hospitalaria, 33(2).
8. Smith S, Sumar B, Dixon K. Musculoskeletal pain in overweight and obese children. Int J Obes 38, 11–15 (2014)
9. 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: Universidad Católica Sede Sapientiae.
10. Castro D. Relación entre el índice de masa corporal y huella plantar en niños y adolescentes de 5 a 18 años de Cerro Colorado, Arequipa, 2020. Arequipa: Universidad unión, 2021.
11. Cordova P, Huiman M. Índice de masa corporal y tipo de arco plantar en alumnos de nivel primaria de la I.E. Manuel Seoane Corrales, Mi Perú – Callao, 2019. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2019
12. Zavaleta D. El arco plantar y su relación con el índice de masa corporal en alumnos de 1° - 2° de primaria de la IE 1217 Jorge Basadre Grohmann, Chacacayo - 2017. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2018
13. Cordova P, Huiman M. Índice de masa corporal y tipo de arco plantar en alumnos de nivel primaria de la I.E. Manuel Seoane Corrales, Mi Perú – Callao, 2019. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2019.
14. Aco J, Rodriguez F, Guzman M, Enríquez M, Chavarria I. Frecuencia de alteraciones de la huella plantar en escolares de una comunidad mexicana [Internet] 2019 [citado 16 de julio 2021]. Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2019/or195e.pdf>
15. Lopez A, Rodriguez C, Reyes A, Contrera A, Fernandez J, Aguirre C. Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. Nutrición Hospitalaria [Internet] 2016. [citado 16 de julio 2021] ; 33(2):249-254. Disponible: https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v33n2/10_original8.pdf
16. Schonauer M. Prevalencia de pie plano grado i, ii o iii en estudiantes de educación regular básica de la escuela adventista ciudad de quito, mediante baropodometría dinámica y el método de evaluación de Hernández Corvo. Quito: Pontificia Universidad del Ecuador, 2015.
17. Saldívar H, Garmendia A, Rocha M, Rodríguez P. Obesidad infantil: factor de riesgo para desarrollar pie plano. ELSEVIER. [Internet] 2015 [citado 16 de julio 2021]; 72(1): 55-60
18. Samarco G, Tood Hockenbury R. Biomecánica básica del sistema músculo esquelético.

- 3a ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 2004. 250 – 253 p.
19. Mansat C, Huertas C. El pie, Anatomía y Biomecánica. L'Observatoire du Mouvement 2003; (1): 1-5.
 20. Samarco G, Tood Hockenbury R. Biomecánica básica del sistema músculo esquelético. 3a ed. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana; 2004. 250 – 260 p.
 21. Martínez G. Deformidades de los pies en niños. Revista médica clínica los condes [Internet]. 2021 [citado 21 de julio 2021]; pages 336 - 343
 22. 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: Universidad Católica Sede Sapientiae
 23. Hernández R. Morfología funcional deportiva: sistema locomotor. RevIntMedCiencActFísDeport. Septiembre de 2006;6(23):165–72
 24. Obesidad y sobrepeso. (2021, 9 junio). OMS. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
 25. Ministerio de salud (Minsa). Tabla de valoración nutricional antropométrica [Internet] .Perú : Minsa ,2015 [citado 16 de julio 2021]. . Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/217/CENAN-0059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 26. Sampieri R, Collado C, Lucio P. Metodología de investigación. 5.ª Ed. México: Editorial Mc Graw - Hill; 2010
 27. Ortiz R, Cardenas V, Flores Y. Modelo de rol materno en la alimentación del lactante: Teoría del rango medio. México: Universidad autónoma de nuevo león
 28. Córdova P, Huiman M. Índice de masa corporal y tipo de arco plantar en alumnos de nivel primaria de la I.E. Manuel Seoane Corrales, Mi Perú – Callao, 2019. Lima: Universidad Norbert Wiener, 2019
 29. Castro D. Relación entre el índice de masa corporal y huella plantar en niños y adolescentes de 5 a 18 años de Cerro Colorado, Arequipa, 2020. Arequipa: Universidad Peruana Unión
 30. Ministerio de salud (Minsa) Sepa elegir zapatos escolares para el buen desarrollo del pie de sus hijos.[Internet] .Perú : Minsa ,2018 [citado 16 de julio 2021]. . Disponible en : <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/14234-sepa-elegir-zapatos-escolares-para-el-buen-desarrollo-del-pie-de-sus-hijos>
 31. García C. Traumatología infantil :El calzado del niño [Internet].España:2012 [citado 16 de julio 2021] Disponible en: <https://www.traumatologiainfantil.com/es/pie/el-calzado>
 32. Wolf S, Simon J, Patikas D, Schuster W, Armbrust P, Döderlein L. Foot motion in children's shoes: a comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. Gait Posture. 2008 Jan;27(1):51-9. Epub 2007 Mar 13
 33. García C. Traumatología infantil: El calzado del niño [Internet]. España:2012 [citado 16 de julio 2021] Disponible en: <https://www.traumatologiainfantil.com/es/pie/el-calzado>

ANEXOS (1):

Tabla de operacionalización

Variable	Tipo de Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Categoría	Instrumento de Medición
Huella plantar	cualitativa politómica ordinal	Proporciona una forma válida de analizar la estructura del pie (Lee y Shui, 1998), siendo el fiel reflejo del estado de las estructuras anatómicas.	Implica clasificar el tipo de pie según las mediciones obtenidas a través de la imagen de la huella plantar, generando seis categorías que van desde el pie plano hasta el pie cavo extremo, según Hernández (1989).		0-34% 35-39% 40-54% 55-59% 60-74% 75-84% 85-100%	Pie plano Pie plano normal Pie normal Pie cavo normal Pie cavo fuerte Pie extremo	Plantigrafía con el método de Hernández Corvo
Índice de masa corporal	cualitativa politómica	Es un índice antropométrico o que relaciona el peso con la talla	Es el producto de dividir el peso del niño(a) en kilogramos entre el cuadrado de su estatura en metros, y este resultado indicará el estado nutricional.		< P5 ≥ P5 a <P10 ≥ P10 a <P85 ≥ P85 a <P95 ≥ P95	Delgadez R. de delgadez Normal Sobrepeso Obesidad	

ANEXO (2):

HOJA INFORMATIVA
CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del trabajo de Investigación: Relación entre huella plantar e índice de masa corporal en niños de la Institución Educativa Mariscal Andrés Bello Cáceres.

Investigadores: Calderon Torres Emersons Johao y Llaja Fernandez Karla Milagros

A través de este documento, se le invita al padre de familia y a su menor hijo(a) a participar en este estudio de investigación, el cual tiene el propósito de evaluar el tipo de huella plantar y el índice de masa corporal.

A continuación, asegúrese de leer cuidadosamente la información brindada. Una vez que sus dudas hayan sido totalmente resueltas, usted podrá decidir libremente la participación de su hijo. En caso decida participar, debe conocer que su retiro podrá ser en cualquier momento y no recibirá sanción alguna.

Señor padre de familia o apoderado, si acepta que su menor hijo (a) participe en el proyecto mencionado sucederá lo siguiente:

Se evaluará al niño(a) según el cronograma establecido por el examinador, éste examen estará a cargo de los investigadores. Se iniciará con la toma de datos y a su vez se procederá a pesar y tallar a su menor hijo(a). Luego, se procederá con la medición de la huella plantar. Para ello, se le pedirá al niño que se retire el calzado y las medias de ambos pies. Se solicitará la ayuda de los padres, en caso el niño lo requiera. Acto seguido, se le pedirá que coloque ambos pies a la vez en un plantígrado que se asemeja a un tampón de sello, pero de mayor tamaño, y cuenta con forro de cuero con tinta debajo y una hoja en blanco. Cuando el evaluado pise el cuero del plantígrado, su huella plantar se registrará en la hoja. Este procedimiento tarda como máximo siete minutos. Una vez realizado esto, se examinará la huella plantar según la escala de Hernández Corvo. Respecto al peso y talla, con una fórmula, se logrará determinar el índice de masa corporal.

Los datos obtenidos en la investigación serán significativos para el estudio. Además, al concluir la investigación, se proporcionará un informe a los padres como beneficio que no tendrá ningún costo y se mencionarán los resultados de los participantes si lo desean.

La información proporcionada, así como los nombres suyos y de su hijo(a), se mantendrán confidenciales y no se utilizarán en ninguna publicación derivada de este estudio. No se realizará fotografías que revelen la identidad de ambos, recalando que todo es completamente anónimo. Es decir, se mantendrá en reserva las identidades de usted y de su mejor hijo(a). Asimismo, los investigadores registraran la información utilizando códigos en lugar de nombres. Por último, los resultados de este seguimiento serán publicados, pero no se mostrará ninguna información que permita la identificación de las personas que formen parte de este estudio.

Finalmente, adjuntamos un correo electrónico por si tiene alguna duda o consulta 2015200532@ucss.pe .

ANEXO (3):

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Sr(a)....., con **D.N.I.**.....
tutor del **niño(a)**; de.... años
de edad; manifiesta que ha sido informado(a) de los aspectos relevantes de la evaluación que recibirá su
menor hijo(a) cuyo nombre se menciona líneas arriba.

Asimismo, declara lo siguiente:

- Haber leído los contenidos de la hoja informativa que le ha sido entregada.
- Haber recibido información suficiente respecto al estudio y tiene comprendido que la finalidad de este trabajo de investigación es determinar si existe relación entre la huella plantar e IMC en niños de 6 – 10 años de la I.E. Andrés Avelino Cáceres.
- Habiendo aceptando la participación del menor de manera voluntaria en dicho estudio
- Otorgando la autorización para realizar las tomas de la huella plantar y las evaluaciones correspondientes que serán utilizadas para el presente trabajo que se realiza y tomando en cuenta que se protegerá la identidad del menor y su vulnerabilidad.
- Tiene conocimiento que se tomarán medidas para garantizar la seguridad de su información personal.

Considerando lo expuesto, otorga su autorización para llevar a cabo la evaluación en el menor, cuyo nombre ha sido mencionado.

.....
Firma del padre/tutor
DNI :

ANEXO (4):



FICHA SOCIODEMOGRÁFICA

N.º Ficha __

Fecha: ____/____/____

I. Datos Sociodemográficos

Sexo: M F

Edad: ____ años

Peso: _____ kg

Talla: _____ cm

II. Grado académico _____

ANEXO (5):

FÓRMULA DE VALORACIÓN IMC

IMC = PESO (Kg.) TALLA 2 (Cm)

ANEXO (6):

TEST DE EVALUACIÓN

HUELLA PLANTAR DERECHA N.º

TEST DE EVALUACIÓN

HUELLA PLANTAR IZQUIERDA N.º