



**UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA**
FACULTAD DE MEDICINA

**CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS ÍNDICE DEL ARCO Y EL
ÍNDICE DE HERNÁNDEZ CORVO PARA LA DETECCIÓN DE PIE
PLANO Y PIE CAVO EN NIÑOS DE 6 A 8 AÑOS EN UNA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, LIMA**

**CONCORDANCE BETWEEN THE METHODS ARCH INDEX AND
HERNANDEZ CORVO INDEX FOR THE DETECTION OF FLAT FOOT
AND CAVUS FOOT IN CHILDREN BETWEEN 6 AND 8 YEARS IN
SCHOOL OF VILLA EL SALVADOR`S DISTRICT, LIMA**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA, ESPECIALIDAD TERAPIA
FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

ESTUDIANTE(S):

ESPINOZA VELIZ, LILIBETH PAMELA

MENDOZA DIAZ, MAYRA

ASESOR:

Dr. JOSÉ LUIS ROJAS VILCA

Mg. JULIO GRANADOS CARRERA

2019

JURADO EXAMINADOR

Jurado Coordinador: Dr. Leandro, Huayanay Falconi

Jurado: Dr. Osada Liy, Jorge Enrique

Jurado: Lic. Meléndez Olivari, Elizabeth Cecilia.

Fecha de sustentación: 17 de Diciembre del 2019

Calificación: 69

ASESORES DE TESIS

ASESOR

Dr. JOSÉ LUIS ROJAS VILCA

CO-ASESOR

Mg. JULIO GRANADOS CARRERA

DEDICATORIA

A nuestros padres por brindarnos el apoyo incondicional y por la paciencia en este largo caminar.

AGRADECIMIENTO

Para el Dr. José Luis Rojas Vilca por toda la comprensión, paciencia y apoyo brindado.

DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción	1
Materiales y Métodos	
Diseño del estudio	5
Población	5
Determinación del índice de masa corporal (IMC)	5
Procedimiento para la obtención de la huella plantar	6
Índice de arco (IA)	6
Índice de Hernández-Corvo (IHC)	6
Plan de análisis	7
Aspectos éticos	9
Resultados	
Características de la muestra	10
Determinación de las alteraciones del pie según el Índice de Hernández- Corvo	10
Determinación de las alteraciones del pie según el Índice de Arco	11
Análisis de correlación y concordancia	11
Discusión	13
Conclusiones	16
Referencias bibliográficas	17
Tablas	20
Gráficos	24

RESUMEN

Introducción: Existe una gran variabilidad en las mediciones para el diagnóstico de pie plano y cavo, no existiendo un patrón único para el diagnóstico. **Objetivo:** Determinar la concordancia entre el Índice de Hernández Corvo e Índice de Arco para el diagnóstico de pie plano y cavo en niños entre 6 a 8 años de edad que asisten a un centro educativo en el distrito de Villa El Salvador, Lima-Perú.

Materiales y métodos: Se evaluaron 210 niños que aceptaron participar de forma voluntaria. Se obtuvo información del sexo, edad e índice de masa corporal. También se obtuvo la huella plantar desde un plantígrafo, y luego fue analizada según el Índice Hernández Corvo (IHC) e Índice de Arco (IA). **Resultados:** Con el IHC se obtuvo 29% de pie plano y 28.3% de pie cavo y según IA se obtuvo 43.8% de pie plano y 18.8% de pie cavo. El diagnóstico de pie plano fue disminuyendo a medida que incrementa la edad en ambos índices (IHC $\chi^2 = 6.34$ y IA $\chi^2 = 8.42$). El análisis de concordancia entre los índices mostró un Kappa de 0.614, considerado teóricamente bueno y el análisis de correlación encontró un coeficiente de Spearman= -0.8978. **Conclusiones:** A pesar de la buena concordancia teórica y la alta correlación entre el Índice de Hernández Corvo y el Índice del Arco, la discriminación diagnóstica del pie plano y el pie cavo es diferente con ambas pruebas, esto podría deberse a la variación de metodología de cada índice , mientras que IA utiliza el programa AutoCAD, el IHC realiza las mediciones de manera manual.

Palabras clave: pie plano, pie cavo, concordancia, Índice de Kappa, Índice de Hernández-Corvo, Índice de arco.

ABSTRACT

Introduction: There is a great variability in measurements for the diagnosis of flat foot and cavo foot, there is no single pattern for diagnosis. **Objective:** To determine the concordance between the Hernández Corvo Index and the Arc Index for the diagnosis of flat foot and cavo foot in children between 6 and 8 years of age attending a school in the district of Villa El Salvador, Lima-Peru.

Materials and methods: 210 children who agreed to participate voluntarily were evaluated. Information on sex, age and body mass index was obtained. The plantar footprint was also obtained from a planter, and then analyzed according to the Hernández Corvo Index (IHC) and Arc Index (IA). **Results:** With the IHC, 29% of flat foot and 28.3% of cavo foot were obtained and according to IA, 43.8% of flat foot and 18.8% of cavo foot were obtained. The diagnosis of flatfoot was decreasing as age increases in both indices (IHC $\chi^2 = 6.34$ and IA $\chi^2 = 8.42$). The concordance analysis between the indices showed a Kappa of 0.614, considered theoretically good and the correlation analysis found a Spearman coefficient = -0.8978. **Conclusions:** Despite the good theoretical concordance and the high correlation between the Hernández Corvo Index and the Arc Index, the diagnostic discrimination of flat foot and cavus foot is different with both tests, this could be due to the variation in methodology of each index, while IA uses the AutoCAD program, the IHC performs measurements manually.

Keywords: flat foot, cavo foot, concordance, Kappa index, Hernández-Corvo index, Arc index.

I. INTRODUCCIÓN

El Arco Longitudinal medial (ALM) es la principal estructura amortiguadora y de soporte de la biomecánica del pie, el cual tiene funciones esenciales como absorber, almacenar y devolver las tensiones producidas en la marcha. Según la altura del arco se han identificado tres tipos de pie: normal, plano y cavo (1, 2, 3,4).

El pie plano se manifiesta por la disminución del ALM como factor universal y también puede ir acompañado del talón valgo. No solo es un problema de alineación estática entre el tobillo y el pie, sino una anomalía en la función dinámica de las extremidades inferiores, en la cual la sobrecarga del ALM se transfiere a los segmentos proximales como las rodillas, caderas y a la espalda baja. En los niños puede provocar dolor después de caminatas largas o de ejercicio intenso en los pies y en la parte inferior de las piernas. En adolescentes se ha encontrado el doble de tasa de dolor en rodillas y dolor intermitente en espalda baja (5,6). En los adultos el pie plano conlleva a molestias mayores a nivel articular llegando a producir artrosis a nivel de pie y tobillo (7). Siendo a su vez una de las alteraciones posturales más frecuentes, encontrándose en el 58% en niños de 4 años de edad (8).

Por otro lado, el pie cavo se manifiesta por el incremento del ALM y se asocia a una desviación en varo del calcáneo y retracción de los dedos (dedos en garra) (7). Si esta condición no es corregida tempranamente, se puede presentar la formación

de callosidades debajo de las cabezas de los metatarsianos y metatarsalgia debido a que el peso del cuerpo es soportado por la cabeza de los metatarsianos y por el talón (1, 7).

Estas 2 alteraciones son las más frecuentes en el pie. Según Armenta en un estudio realizado en México, el pie plano tiene una prevalencia de 73% y el pie cavo de 14% en una población de 430 niños en edades de 3 a 6 años (9). En un estudio realizado en Chile con niños de edad de 6 a 12 años se halló 28% de pie plano y 13% de pie cavo (7). Mientras que en Perú con una población de 150 niños se encontró 42.7% de pie plano y 28% de pie cavo (10).

Para evaluar el ALM existe gran diversidad de métodos, entre ellos la inspección visual no cuantitativa que implica la exploración visual y el uso del podoscopio. Para realizar el análisis con esta evaluación se necesita de una experiencia clínica considerable, por lo que al ser subjetiva puede llevar a errores metodológicos. Otro método es la valoración antropométrica la cual implica la medición directa de puntos de referencia de superficies o prominencias óseas para representar la ubicación de diferentes estructuras dentro del pie. Dentro de estos valores encontramos el ángulo del arco longitudinal, la caída navicular, la altura del escafoides y el ángulo tibio-calcáneo y otros (5,11)

También se utiliza la evaluación radiográfica donde se toman mediciones como el ángulo de inclinación del calcáneo, el ángulo entre el calcáneo y primer metatarsiano, la línea de Feiss y otras mediciones (12). La evaluación radiográfica

es considerado el “Gold Standard” para evaluar la alineación esquelética del pie en una posición de soporte de carga estática (13). Sin embargo, dichas mediciones son relativamente caras y la radiación representa un riesgo para los niños, siendo difícil de aplicar en estudios de gran escala. Por último, la impresión plantar (huella) es la técnica más citada en estudios y la que es comúnmente usada para el diagnóstico de alteraciones del pie; por ser sencilla, rápida, barata, no invasiva y se puede usar en campañas de despistaje. (2, 5,14).

Existe una diversidad de métodos basados en el análisis de la huella plantar del pie en postura estática, relacionados con la obtención de índices numéricos (11,15). El Índice del Arco (IA) de Cavanagh y Rodgers, el más citado en la literatura especializada, que determina el tipo de pie midiendo el porcentaje del área del tercio medio de la superficie de la huella relativa al área total a través del programa AutoCAD (16), presenta buena correlación con medidas radiográficas; según McCrory en 1993, demostró alta correlación con la altura del escafoides ($r = 0.67$) y la altura del escafoides normalizada ($r = 0.71$) (11); Menz y Munteanu en el 2005 midieron la postura estática del pie con tres métodos clínicos, considerando uno de ellos el IA, y con tres mediciones relacionadas al arco de radiografías, encontrando que el IA se correlacionaba con el ángulo entre el primer metatarsiano con el calcáneo ($r = 0.71$), seguido del ángulo de inclinación del calcáneo ($r = -0.68$), y la altura del escafoides ($r = 0.52$) (17).

El segundo método más citado es el Índice de Hernández Corvo (IHC) el cual determina el tipo de pie tras realizar trazos en toda la huella plantar, obteniendo

así unas medidas que serán analizadas en una ecuación (18,19). Además fue considerado como referencia para la elaboración de un software de procedimiento de imágenes (20).

El pie plano y el pie cavo son las dos alteraciones posturales más frecuentes del pie (7,9) y la radiografía es considerada el patrón de oro para su diagnóstico (13); sin embargo en la práctica clínica diaria se usan diversos métodos tanto cuantitativos como cualitativos para el diagnóstico, sin que alguno de ellos sea aceptado y usado universalmente, incluso son usados sin conocer su precisión diagnóstica. Siendo el Índice de Hernández Corvo el método cuantitativo más usado en Latinoamérica para la determinación del arco plantar (21,22), mientras que en Europa y Estados Unidos es el del Índice del Arco, el cual además ha mostrado mayor consistencia que el primero por emplear las áreas de apoyo plantar y excluir el área de apoyo de los dedos para su cálculo (19). Ante la necesidad de obtener una prueba que sea considerada objetiva, fácil, factible a diferentes poblaciones y que determine adecuadamente las alteraciones del pie nuestra intención es comprobar si el método de Hernández Corvo identifica los mismos casos que el Índice del Arco para poder ser aplicado como un instrumento confiable en campañas de despistaje debido a la sencillez de su procedimiento y a la vez podría ser usado en el seguimiento de la evolución del tratamiento fisioterapéutico. Por lo que el presente estudio tuvo como objetivo estimar el grado de concordancia entre los métodos Índice de Hernández Corvo y el Índice del Arco para la detección de pie plano y pie cavo en estudiantes que asisten a un centro de estudios en el distrito de Villa el Salvador, en la ciudad de Lima-Perú,

así como determinar la frecuencia de pie plano y pie cavo identificado por cada método, según sexo, edad e índice de masa corporal.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

El estudio fue descriptivo, observacional y de corte transversal, donde se evaluó la presencia de alteraciones del ALM utilizando los métodos de Índice de Arco e Índice de Hernández Corvo en niños entre 6 a 8 años de edad que asisten a una institución educativa en el distrito de Villa el Salvador en Lima, Perú.

Población

Se realizó un piloto en 20 estudiantes entre 6 y 8 años de la Institución Educativa Particular San Roque en Villa el Salvador, encontrando pie plano en 30% de los evaluados con el método de Hernández-Corvo y 40% con el método del Índice del Arco; utilizando el software Epidat 4.0 se calculó el tamaño de muestra considerando un Kappa esperado de 0.7, nivel de confianza de 95% y precisión de 0.1, obteniendo un tamaño final de muestra de 210 participantes. La población incluyó estudiantes desde los 6 años y hasta los 8 años con 11 meses de la Institución Educativa República de Francia del distrito de Villa El Salvador, siendo excluidos si presentaban heridas o laceraciones, yesos, férulas o quemaduras a nivel del pie o si tenían el diagnóstico Síndrome de Down, parálisis cerebral o poliomielitis.

Determinación del índice de masa corporal (IMC):

Antes de la toma de las huellas plantares, a cada niño participante se le retiró el calzado y las medias para obtener el peso y talla utilizando un tallímetro estandarizado y balanza calibrada marca Cavory. Los valores de talla y peso fueron cruzados para el cálculo del IMC para cada niño utilizando las tablas de IMC para niños(as) y adolescentes entre 5 a 18 años de edad elaboradas por la OMS (23).

Procedimiento para la obtención de huellas plantares:

Se usó un plantígrafo para la obtención de la impresión plantar y para ello cada niño permaneció sentado en una silla, seguidamente apoyaba la planta de los pies sobre el papel para luego ponerse de pie y mantenerse quieto 30 segundos con los brazos a lo largo del cuerpo y con la mirada en dirección horizontal a la pared. Luego se retiró la planta de los pies en un solo movimiento sin deslizamientos. La huella obtenida se reprodujo con una fotocopia para ser evaluada con los dos métodos, es decir, se realizaron con la misma huella, lo cual evita sesgos por mediciones en diferentes momentos y variabilidad de la medición. Por último, se le brindó unas toallas húmedas para retirar residuos de la tinta de la planta de los pies en el caso de necesitar.

Índice del Arco (IA):

El IA es un método cuantitativo descrito por Cavanagh y Rodgers en 1987. Es una medida útil y sencilla para determinar la altura del arco interno del pie. Clasifica el pie en cavo, normal y plano. Este método proporciona menos casos de pies sin

clasificar y permite analizar huellas de pies cavos extremos a diferencia de otros (11). Tiene como limitante que aún no está validado. Su análisis se determinó tomando el eje axial del pie desde el talón hacia lo más alto del segundo dedo dividiendo al pie en tres secciones. El área de cada sección se determinó utilizando el programa AUTOCAD v.2015. El IA representa la proporción del área del tercio medio de la superficie de la huella relativa al área total, excluyendo los dedos (24). Según los valores obtenidos, los pies fueron clasificados como plano (≤ 0.21), cavo (≥ 0.26) y normal ($0.21 - 0.26$). Este método está correlacionado con valores radiográficos (17,25). El tiempo de duración de la medición (incluyendo toma de muestra y análisis) fue de 45 minutos.

Índice de Hernández Corvo (IHC):

El Índice de Hernández Corvo, descrito por Roberto Hernández Corvo en 1989, clasifica al pie en 3 tipos: pie plano, pie normal, pie cavo. Tiene como limitante que aún no está validado. Determina el tipo de pie tras realizar trazos en toda la huella plantar, obteniendo así unas medidas que serán analizadas en una ecuación (18,19). Según los valores obtenidos, los pies fueron clasificados como plano (entre 0 a 34%), cavo (entre 60 a 100%) y normal (entre 35 a 59%). El tiempo de duración de la medición (incluyendo toma de muestra y análisis) fue de 20 minutos.

Plan de análisis:

Los resultados obtenidos fueron almacenados en una base de datos Excel para Windows 10 y analizados con el software estadístico STATA 14.0.

Se describieron las variables de Índice de Masa Corporal (IMC), tipo de alteración de pie (pie plano y cavo) según Hernández Corvo e Índice del Arco, con medidas de frecuencia absolutas y relativas. Para determinar la frecuencia general de pie plano y cavo con ambos métodos, se analizaron de forma independiente los 420 pies de los 210 alumnos. En el caso de las variables cuantitativas (Edad en meses y valores de los índices de Hernández Corvo y del Arco) primero se determinó su normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los datos con distribución normal se describieron con la media y desviación estándar; para los que no, se calculó la mediana y rango intercuartílico; en todos los casos se consideró el intervalo de confianza al 95% (IC 95%). Debido a que las variables cuantitativas no siguieron una distribución normal, estas fueron analizadas utilizando métodos no paramétricos como la prueba de U Mann-Whitney para comparación de dos medianas y Kruskal-Wallis para comparación de variables con más categorías. En el caso de la edad expresada en años, se manejó como una variable cualitativa debido a que solo se presentaron 3 valores (6, 7 y 8 años).

La concordancia, definida como la capacidad de dos instrumentos o métodos de obtener resultados similares o grado de acuerdo para la determinar la presencia de determinado fenómeno (26), será determinada utilizando la comparación de los diagnósticos de pie plano, cavo o normal según los índices de Hernández Corvo y del Arco mediante el cálculo del índice de Kappa para cada uno de los 420 pies. La interpretación de este índice será según lo determinado por estudios previos

donde valores de Kappa entre 0.41 y 0.60 son considerados aceptables, 0.61 a 0.79 buenos, 0.80 a 0.91 muy buenos y entre 0.92 a 1.0 excelentes (27).

Además, se realizó el análisis de correlación de Spearman para determinar el grado de relación de cada una de las metodologías de determinación de las alteraciones del pie. Este análisis se realizó para determinar la relación entre las pruebas con el sexo, edad e índice de masa corporal. Para todos los casos, valores de p menores a 0.05 fueron considerados estadísticamente significativos.

Aspectos éticos:

El estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Ética de la UPCH (CIE/355-17-15). Antes de iniciar el estudio, los padres de los estudiantes fueron informados sobre todos los aspectos relacionados al estudio, incluyendo beneficios y riesgo. En el presente estudio no se incluyen evaluaciones invasivas, por lo que no se esperó ningún riesgo para los voluntarios. Luego, se entregó un formato de consentimiento informado a los padres y a los estudiantes mayores de 7 años se les entregó un formato de asentimiento informado. En cada caso, la participación de los estudiantes fue de forma voluntaria, luego de la firma de los formatos. La información fue almacenada en códigos y su uso fue confidencial.

III. RESULTADOS:

Características de la muestra:

Se invitó a participar a 266 niños, 46 no aceptaron y 10 no se presentaron a la prueba, totalizando 210 niños participantes. El promedio de edad de los participantes fue 92.4 meses (DE 9.7), cuya distribución por sexo y edad se describe en la Tabla 1; 81 niños (38.6%) tuvieron el IMC por encima del rango normal y ninguno estuvo en nivel de déficit de estado nutricional.

Determinación de alteraciones del pie según el método de Hernández Corvo:

Según el método de Hernández Corvo, 122 (29.0%) de los niños participantes presentaron pie plano y 119 (28.3%) pie cavo en al menos uno de sus pies (Tabla 2). La distribución de alteraciones posturales del pie se describe por género, edad e índice de masa corporal en la tabla 3, disminuyendo la proporción de niños con pie plano a medida que se incrementa la edad ($\chi^2=6.34$; $p<0.05$); no hubo diferencias en los grupos de pie cavo ni pie normal (Tabla 5). La mediana del Índice de Hernández Corvo fue 53.14 (RIC=37.24; 61.29), con diferencia significativa por género (U Mann Whitney= 3.776; $p<0.001$), edad (Kruskal-Wallis= 7.245; $p<0.05$) e índice de masa corporal (Kruskal-Wallis= 9.30; $p<0.01$). Además, cuando se buscó determinar la presencia de pie plano y/o cavo en uno o ambos pies, se encontró que 30 (14.3%) niños presentaban pie plano unilateral y 46 (21.9%) bilateral. Con respecto al pie cavo, 27 (12.9%) presentaron esta alteración unilateral y 46 (21.9%) bilateral. Ninguna de las dos alteraciones estuvo presente en un mismo niño entre todos los voluntarios.

Determinación de alteraciones del pie según el Índice del Arco:

Según el índice de arco, 184 (43.8%) de los niños participantes presentaron pie plano y 79 (18.8%) pie cavo en al menos uno de sus pies (Tabla 2). La distribución de alteraciones posturales del pie se describe por edad, género e índice de masa corporal en la tabla 4, disminuyendo la proporción de niños con pie plano a medida que se incrementa la edad ($\chi^2=8.42$; $p<0.05$); no hubo diferencias en los grupos de pie cavo ni pie normal (Tabla 5). La mediana de valores obtenidos para el índice de arco fue 0.25 (RIC=0.22-0.29), con diferencia significativa por género (U Mann Whitney= -3.317, $p<0.001$) y edad (Kruskal-Wallis= 8.36; $p<0.05$). No hubo diferencia con el índice de masa corporal (Kruskal-Wallis= 1.557; $p=0.459$). Además, cuando se buscó determinar la presencia de pie plano y/o cavo en una o ambos pies. Se encontró que 44 (21.0%) niños presentaban pie plano unilateral, y 70 (33.3%) bilateral. Con respecto al pie cavo, 29 (13.8%) presentaron esta al unilateral y 25 (11.9%) bilateral. Ninguna de las dos alteraciones estuvo presente en un mismo niño entre todos los voluntarios.

Análisis de correlación y concordancia:

Al analizar los valores numéricos obtenidos con ambos índices, se encontró alta correlación entre el Índice de Hernández Corvo y el Índice del Arco para el total de pies ($n=420$) encontrando un coeficiente de Spearman= -0.8978; $p<0.001$. Asimismo, es alta al correlacionar ambos índices por separado para el pie derecho (Spearman= -0.8781; $p<0.001$) como para el pie izquierdo (Spearman= -0.9159;

$p < 0.001$) (Tabla 6). Se mantuvo la alta correlación según género, edad e IMC (Gráfico 1, 2,3)

Asimismo, se determinó la concordancia de alteración postural del pie (plano y cavo) clasificada entre ambos índices (HC e IA), para el total de pies ($n = 420$), encontrando un Índice de concordancia de Kappa 0.614, considerado teóricamente bueno (Tabla 7). Igualmente, se calculó el valor del Índice de concordancia de Kappa entre ambos métodos, por separado para pies izquierdos y derechos, según género, edad e IMC, obteniendo buenos valores de concordancia teórica para el Índice de Kappa (Tabla 8).

IV. DISCUSIÓN

El método de Hernández Corvo clasificó 28.3% de los casos como pie cavo, 9.5% más que el Índice del Arco, sin embargo clasificó solo 29.0% de los casos como pie plano, 14.8% menos que el Índice del Arco, tendencia que también fue encontrada por los estudios en Chile de Sánchez Ramírez en Arica (19) y Peralta (28), así como en el estudio de Odonera en Brasil (2), que clasifican más pie cavo con el Índice del índice de Hernández Corvo.

La tendencia a clasificar mayor número de casos como pie cavo podría deberse a que la distancia entre los puntos del máximo ancho del antepié (uno de los parámetros utilizado por el método de Hernández Corvo), aumente en pies extremadamente planos, alterando la fórmula y generando un sesgo al tipificar el pie, clasificándolo erróneamente como pie cavo (19); por otro lado, el método de Hernández Corvo analiza toda la huella plantar, incluyendo los dedos, y toma como referencia la medida fundamental (MF) para poder segmentar la huella, la cual puede disminuir por la postura de dedos en flexión, variar con el largo de los dedos o el no apoyo de los dedos al momento de tomar la huella, lo cual al clasificar el pie se tendería también a sobredimensionar la existencia de pie cavo (19,29); por el contrario, el Índice del Arco representa la relación entre el área del tercio medio de una huella respecto al área total, excluyendo los dedos de los pies, lo cual el largo de los dedos, la flexión de los mismos o el no apoyarlos al tomar la huella no influirían en el resultado (16, 17, 19, 25), con lo cual, si bien el

método IHC es más rápido y simple de utilizar que IA, tiene mayor probabilidad de incluir sesgos en la medición.

Varios estudios han usado ambos métodos para el diagnóstico de pie plano y cavo (2, 4, 16, 19, 28,30), siendo seleccionadas por su alto grado de confiabilidad y precisión, por lo que ambas pruebas son recomendadas y usadas para la detección de ambas alteraciones del pie (25,28). En nuestros resultados, el Índice de Hernández Corvo tuvo muy buena correlación con el Índice del Arco, sin embargo la concordancia solo fue buena en su valor teórico, con un alto porcentaje (25.5%) de casos con resultados clínicamente diferentes, entre los cuales incluso se detectaron 5 casos (1.2%) cuyos resultados fueron contradictorios (clasificados como pie cavo con el método de Hernández Corvo y como pie plano con el método del Índice del Arco), lo que podría orientar a un manejo inadecuado del paciente.

En cuanto a las variables secundarias, el mayor porcentaje encontrado de pie cavo en las niñas y mayor frecuencia de pie plano en niños, ha sido también reportado por Espichán en Lima (10), aunque en algunos estudios sugieren que más que una diferencia por el sexo, la diferencia es producida por el calzado y las características antropométricas entre niños y niñas (31). Asimismo, Fuenzalida reportó diferencias en las alteraciones posturales del pie según el género de manera similar a lo encontrado por nosotros (30). Nuestros resultados no encontraron relación entre el IMC y el diagnóstico de pie plano o pie cavo con ambos métodos, a diferencia de lo reportado por Fuenzalida (30), quien encontró

que a mayor IMC la frecuencia de pie plano se incrementaba. Finalmente, el pie plano generalmente se diagnostica en los primeros 5 años de vida, con una prevalencia del 97% en niños de 2 años, disminuye rápidamente con la edad y la mayoría se resuelve espontáneamente en la primera década de desarrollo (2).

V. CONCLUSION

A pesar de la buena concordancia teórica y la alta correlación entre el Índice de Hernández Corvo y el Índice del Arco, la discriminación diagnóstica del pie plano y el pie cavo es diferente con ambas pruebas, esto podría deberse a la variación de la metodología de cada índice, mientras que IA utiliza el programa AutoCAD, el IHC realiza las mediciones de manera manual.

A su vez esta diferencia podría reflejar una mala clasificación por inadecuados punto de corte en el Índice de Hernández Corvo para la clasificación del tipo de pie, por lo que se recomienda evaluar los puntos de corte adecuados para el Índice de Hernández Corvo, considerando que el Índice del Arco tendría una mayor precisión diagnóstica por su alta correlación con las pruebas radiográficas y disminuir los sesgos en la medición al excluir los dedos de los pies.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Neuman D. Fundamentos de rehabilitación física. El tobillo y el pie. Ed Paidotribio, 2007. PP 485, 506-507.
2. Onodera AN, Sacco IC, Morioka EH. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? Rev Elsevier, 2008.
3. Kapandji A. Fisiología articular, Volumen II, 6th ed. Edt Panamericana, 2010. PP 232-236.
4. Sanchez C. Morphological Characterization of the Medial Plantar Longitudinal Arch Foot in a Chilean Population. Rev Scielo, 2017.
5. Farzin Halabchi, Reza Mazaheri. Pediatric flexible; Clinical Aspects and Algorithmic Approach, 2013.
6. James B. Carr, Scott Yang. Pediatric Pes Planus: A Stateof-the-Art Review. Rev Pediatrics, 2016.
7. Omar Espinoza-Navarro; María Olivares Urquieta. Prevalence of Foot Anomalies in Schoolchildren between 6 and 12 years old of elementary education from Arica-Chile. Rev Scielo, 2013.
8. Omar Espinoza-Navarro, Samuel Valle. Prevalence of postural alterations and effects of a program to improve the posture in children from Arica-Chile. Rev Scielo, 2009.
9. Armenta M. "Incidencia de los defectos de apoyo del pie en niños de 3 a 6 años de edad que acuden al preescolar centro de atención infantil comunitario y preescolar Juan Jacobo Rousseau en el municipio de san miguel Xoxtla durante el ciclo escolar 2009-2010.
10. Milagros Espichan, Fátima Gonzales. Características epidemiológicas del pie plano y pie cavo en niños de 6 a 9 años de dos colegios nacionales de educación primaria, 2016.

11. Lara DS. Lara SA., Zagalaz SM, Martínez LE. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. España, 2011. Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, nº 19, pp. 49-53.
12. C. Dancloff, F. Forriol, L. Gomez. Relación de diferentes parámetros radiológicos de la huella plantar en el pie. Rev. Esp. de Cir. de Ost, 198.
13. Murley G.A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. Rev PubMed, 2009.
14. Kun-Chung Chen, Chih-Jung. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. Rev PubMed, 2010.
15. E. Billis, E. Katsakiori, C. Kapodistrias. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. Rev Elseiver, 2006.
16. Elvira Jj, Vera-García. F. Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares, 2008.
17. Menz HB , Munteanu SE .Validity of 3 Clinical Techniques for the Measurement of Static Foot Posture in Older People, 2005.
18. Roberto Hernández Corvo. Morfología funcional deportiva: sistema locomotor .Edit Kinesis, 1998.
19. C. Sánchez Ramirez. Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernández Corvo vs.Arch index de Cavanagh y Rodgers.Rev Elseiver, 2017.
20. Carlos Ferrin B, Humberto Correa, Ximena Magdalena. Determinación semiautomática de parámetros morfológicos de a huella plantar mediante el proceso digital de imágenes. Rev S&T, 2013.
21. Hernández R. Prevalencia del pie plano en niños y niñas en las edades de 9 a 12 años. Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte, 2006.

22. Matus J. Adaptaciones en el apoyo del pie en niñas que practican danza. Rev Mex Ortop y Traumatol, 1999.
23. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bull World Health Organ. 2007; 85(9):660-7
24. Cavanagh P. The Arch Index: A useful measure from footprints. Rev. Pub Med, 1987
25. Hylton B Menz. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. Rev Pubmed, 2012
26. Cortés-Reyes E. Statistical methods for evaluating diagnostic test agreement and reproducibility. Rev Colombiana, 2010.
27. Landis Richard. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. Biometrics, Vol. 33, No.1.USA, 1977.
28. Sadith Peralta- Gonzáles. Rendimiento en el área de educación física y tipo de huella plantar en escolares limeños. Rev Inv Salud, 2018.
29. Zoraya Trinidad. Tipificación de la huella plantar de escolares entre 6 y 8 años de edad de la población urbana del municipio de Pamplona. Mov.cient.Vol.8 (1): 44-52, 2014.
30. Antonio López – Fuenzalida. Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. Nutr Hosp 2016; 33(2):249-254
31. Díaz Christian. Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes. Rev. EIA, 2006

VII. TABLAS

Tabla 1. Características generales de los niños voluntarios entre 6 a 8 años que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

Características	Frecuencia (%)
Sexo	
Mujer	95 (45.2)
Hombre	115 (54.8)
Edad	
6 años	53 (25.2)
7 años	68 (32.4)
8 años	89 (42.4)
Índice de masa corporal	
Déficit severo	0 (0.0)
Déficit moderado	0 (0.0)
Normal	129 (61.4)
Sobrepeso	51 (24.3)
Obesidad	30 (14.3)
Edad (meses)	
Media \pm DE	92.4 \pm 9.7
Mediana (IC 95%)	91.0 (91.0 – 93.7)

Tabla 2. Pie plano y pie cavo determinado por los métodos Hernández-Corvo e Índice del Arco, en niños entre 6 y hasta 8 años de una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

Alteraciones posturales del pie	Pie plano n (%)	Normal n (%)	Pie cavo n (%)
Hernández – Corvo	122 (29.0)	179 (42.6)	119 (28.3)
Índice Arco	184 (43.8)	157 (37.4)	79 (18.8)

Tabla 3. Frecuencia de pie plano y pie cavo según el método Hernández-Corvo por género, edad e IMC de niños que asisten a una institución educativa del

	Pie Plano n (%)	Pie Normal n (%)	Pie Cavo n (%)	Total n (%)
Género				
Masculino	80(34.8)	96(41.7)	54(23.5)	230(100.0)
Femenino	42(22.1)	83(43.7)	65(34.2)	190(100.0)
Edad				
6 años	43(40.6)	40(37.7)	23(21.7)	106(100.0)
7 años	38(27.9)	68(50.0)	30(22.1)	136(100.0)
8 años	41(23.0)	71(39.9)	66(37.1)	178(100.0)
IMC				
Peso normal	70(27.1)	108(41.9)	80(31.0)	258(100.0)
Sobrepeso	28(27.5)	44(43.1)	30(29.4)	102(100.0)
Obesos	24(40.0)	27(45.0)	9(15.0)	60(100.0)

distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

Tabla 4. Frecuencia de pie plano y pie cavo según el método de Índice del Arco por género, edad e IMC en niños que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

	Pie Plano n (%)	Pie Normal n (%)	Pie Cavo n (%)	Total n (%)
Género				
Masculino	115 (50.0)	79 (34.3)	36 (15.7)	230 (100.0)
Femenino	69 (36.3)	78 (41.1)	43 (22.6)	190 (100.0)
Edad				
6 años	59 (55.7)	28 (26.4)	19 (17.9)	106 (100.0)
7 años	61 (44.9)	56 (41.2)	19 (13.9)	136 (100.0)
8 años	64 (36.0)	73 (41.0)	41 (23.0)	178 (100.0)
IMC				
Peso normal	104 (40.3)	101 (39.1)	53 (20.5)	258 (100.0)
Sobrepeso	47 (46.1)	34 (33.3)	21 (20.6)	102 (100.0)
Obesos	33 (55.0)	22 (36.7)	5 (8.3)	60 (100.0)

Tabla 5. Análisis de Chi-cuadrado para determinar la relación entre la edad, sexo e IMC con el diagnóstico de pie plano y cavo en niños que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

	Pie Plano Chi2 (p)	Pie Normal Chi2 (p)	Pie Cavo Chi2 (p)
Índice de Hernández Corvo:			
Edad	6.34 (0.042)	0.93 (0.630)	3.25 (0.197)
Sexo	3.40 (0.066)	0.35 (0.553)	2.09 (0.147)
Índice de masa corporal	2.95 (0.299)	0.54 (0.764)	3.49 (0.175)
Índice de Arco:			
Edad	8.42 (0.015)	5.106 (0.078)	1.085 (0.581)
Sexo	3.35 (0.067)	0.509 (0.475)	2.103 (0.147)
Índice de masa corporal	2.37 (0.306)	1.139 (0.566)	2.908 (0.234)

Tabla 6. Análisis de correlación de Spearman entre los diagnósticos obtenidos según los índices de Hernández Corvo e Índice del Arco en niños que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

	r (p)
HC(Pie Izquierdo) vs IA (Pie Izquierdo)	-0.9159(<0.001)
HC (Pie Derecho) vs IA (Pie Derecho)	-0.8781 (<0.001)

Se observa los valores de los coeficientes (r) y el valor de *p*.

Tabla 7. Determinación del Índice Kappa para determinar la concordancia entre el Índices de Hernández Corvo y el Índice del Arco para el diagnóstico de alteraciones del pie en niños que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

	Índice del Arco		
	Pie Plano	Pie Normal	Pie Cavo
Índice de Hernández Corvo			
Pie Plano	120	2	0
Pie Normal	59	117	3
Pie Cavo	5	38	76
Índice Kappa = 0.614 (0.552 – 0.676); p < 0.001			

TABLA 8. Concordancia observada e Índice de Kappa para el diagnóstico de alteraciones posturales del pie con los Índices de Hernández Corvo y el Índice del Arco según género, edad, IMC y pie en niños que asisten a una institución educativa del distrito de Villa el Salvador, Lima-Perú.

	Concordancia observada n (%)	Índice de Kappa	<i>p</i>
Género			
Masculino	178 (77.4)	0.6500	<0.001
Femenino	135 (71.1)	0.5634	<0.001
Edad			
6 años	86 (81.1)	0.7032	<0.001
7 años	97 (71.3)	0.5505	<0.001
8 años	130 (73.0)	0.5964	<0.001
IMC			
Peso normal	197 (76.4)	0.6434	<0.001
Sobrepeso	70 (68.6)	0.5312	<0.001
Obesos	46 (76.7)	0.6127	<0.001
Pie			
Derecho	155 (73.8)	0.6264	<0.001
Izquierdo	158 (75.2)	0.6012	<0.001
TOTAL	313 (74.5)	0.6141	<0.001

VIII. GRAFICOS

Gráfico 1. Gráfico de dispersión entre el Índice del Arco (IAvalor420) y el Índice de Hernández Corvo (HCvalor420) en la determinación del arco plantar en niños de 6 a 8 años, según sexo femenino (A) y masculino (B).

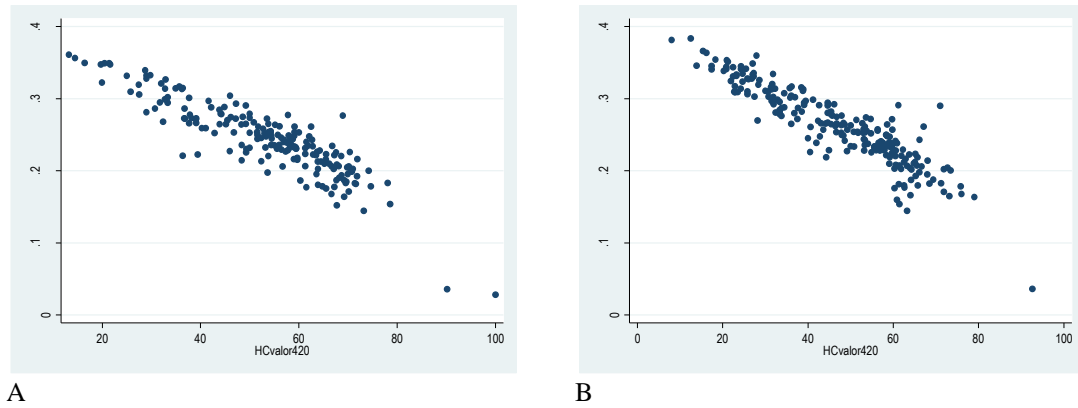
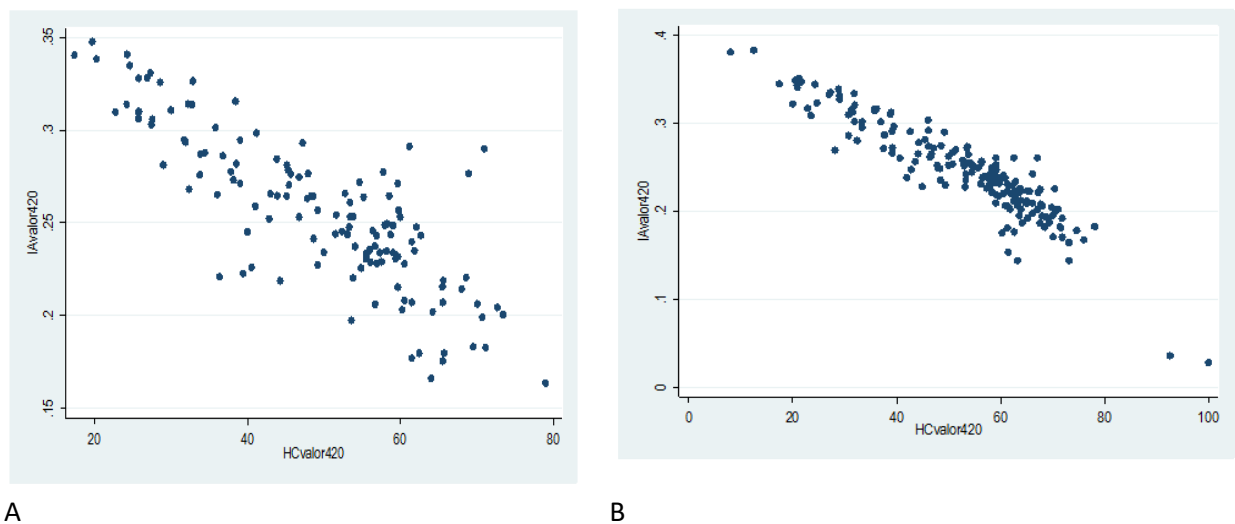


Gráfico 2. Gráfico de dispersión entre el Índice del Arco (IAvalor420) y el Índice de Hernández Corvo (HCvalor420) en la determinación del arco plantar en niños de 6 a 8 años, según edad 6 años(A),7 años (B) y 8 años (C).



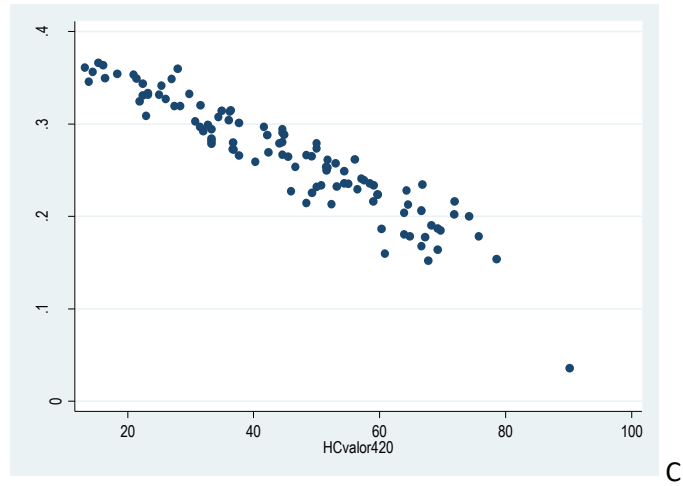
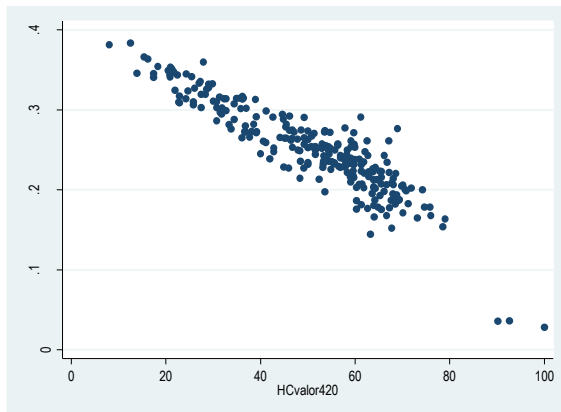
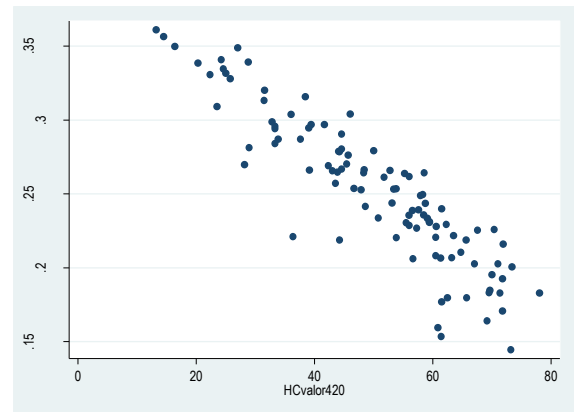


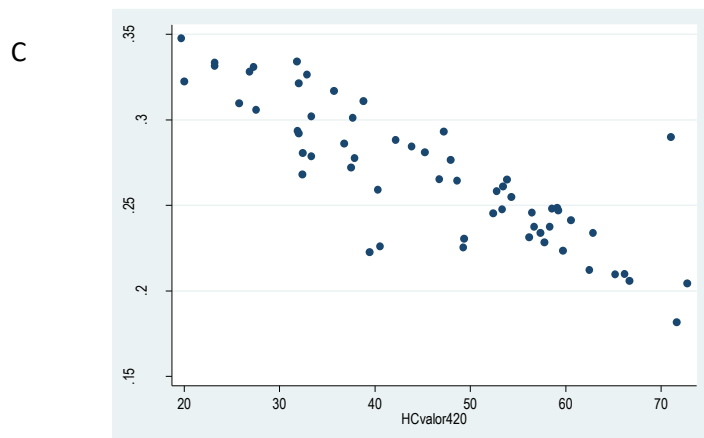
Gráfico 3. Gráfico de dispersión entre el Índice del Arco (IAvalor420) y el Índice de Hernández Corvo (HCvalor420) en la determinación del arco plantar en niños de 6 a 8 años, según IMC normal(A), sobrepeso(B) y Obeso(C).



A



B



C