

TRABALLO DE FIN DE GRAO EN PODOLOXÍA

Curso académico 2017/2018

Clasificación de la morfología del arco longitudinal interno mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Alicia Diéguez Varela

**Director (es): Carolina Rosende Bautista
María Teresa Seoane Pillado**

Tutores:

Prof. Carolina Rosende Bautista.

Prof. María Teresa Seoane Pillado.

AGRADECIMIENTOS:

El desarrollo de este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de muchas personas a las que deseo mostrarles mi gratitud.

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis tutoras Carolina Rosende Bautista y María Teresa Seoane Pillado por su orientación y apoyo a lo largo de estos meses en la elaboración de este trabajo.

Agradecer también a la Facultad de Enfermería y Podología, así como a la Clínica Universitaria de Podología por poner a mi disposición los materiales y herramientas que he necesitado para el desarrollo de este estudio.

Y, por último, quiero dar las gracias a mi familia y mis amigos por su paciencia y apoyo incondicional.

INDICE

1. RESUMEN ESTRUCTURADO:	4
2. ABSTRACT:	6
3. INTRODUCCIÓN:	8
4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO:	10
5. HIPÓTESIS:	10
6. JUSTIFICACIÓN:	11
7. METODOLOGÍA. MATERIAL Y MÉTODOS:	12
7.1 Tipo de estudio:	12
7.2 Ámbito y periodo de estudio:	12
7.3 Selección de la muestra:	12
7.4 Justificación del tamaño muestral:	12
7.5 Criterios de inclusión y exclusión:	12
7.6 Variables recogidas y mediciones:	13
7.7 Búsqueda bibliográfica y bases de datos consultadas:	14
7.8 Consideraciones éticas:	15
7.9 Análisis estadístico:	15
8 RESULTADOS:	16
8.1 Descripción de la muestra:	16
8.2 Análisis de pruebas diagnósticas	17
8.3 Análisis de concordancia tomando como referencia el ArchIndex	21
8.4 Análisis de concordancia Intra-observador de las mediciones de IS e ICS	22
9 DISCUSIÓN:	25
10. CONCLUSIONES:	30
11. BIBLIOGRAFÍA:	31
12. ANEXOS:	34

1. RESUMEN ESTRUCTURADO:

Título:

Clasificación de la morfología del arco longitudinal interno mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Objetivos:

Determinar la validez del Índice de Staheli (IS) y el Índice de Chippaux-Smirak (ICS) para la clasificación de la huella plantar tomando como prueba de referencia el Arch Index (AI) así como la concordancia intra-observador de los valores obtenidos de las mediciones de estos índices por una alumna de 4º de Podología de la Universidad de A Coruña.

Metodología:

Se seleccionaron 147 pedigráficas de una base de datos pertenecientes a un estudio previo a través de un muestreo aleatorio simple con el que se dividió la muestra en 49 huellas planas, 49 huellas cavas y 49 huellas con altura de arco normal, previamente clasificadas según el AI. La medición de los IS e ICS en las pedigráficas se realizó por duplicado en días alternos. La concordancia entre las mediciones fue determinada utilizando el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC) y el Índice Kappa. Se calcularon los indicadores estadísticos básicos para la evaluación de los procedimientos diagnósticos: sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de verosimilitud.

Resultados:

Se objetivó para las mediciones de IS una concordancia moderada resultando un Índice Kappa de 0.582(0.430-0.631) para la primera medición y un Índice Kappa de 0.531(0.553-0.752) para la segunda medición.

Para las mediciones de ICS se obtuvo una buena concordancia resultando un Índice Kappa de 0.735 (0.644-0.825) para la primera medición y un Índice Kappa de 0.653 (0.553-0.752) para la segunda medición.

La concordancia intra-observador de los resultados obtenidos entre la primera medición y segunda medición tanto del IS como del ICS a través del ICC objetivó una muy buena concordancia con un resultado de 0.992 (0.989-0.994) para el IS y un resultado de 0.991 (0.988-0.994) para ICS.

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Conclusiones:

Ante los resultados obtenidos, se rechazan las hipótesis nulas y se aceptan las hipótesis alternativas.

Dado que el AI es un parámetro de medición validado para la clasificación de los tres tipos de huella plantar, concluimos que, aunque ambos índices han obtenido una sensibilidad moderada y alta así como una concordancia moderada y alta para la clasificación de los tres tipos de huella plantar, los resultados obtenidos de forma individual indican que sólo las huellas planas obtuvieron una buena concordancia. Por este motivo estos métodos de medición podrían no resultar adecuados para su uso en huellas normales y cavas.

Tras los resultados del análisis intra-observador obtenidos y la posterior comparación con los obtenidos en otros estudios se concluye que ambos índices pueden ser llevados a cabo de forma fiable tanto para profesionales noveles como para profesionales expertos, teniendo en cuenta que el ICS presentó menor concordancia que el IS.

2. ABSTRACT:

Title:

Classification of the morphology of the internal longitudinal arch by analysis of the plantar footprint: concordance between measurement methods.

Objectives:

Determine the validity of the Staheli Index (SI) and the Chippaux-Smirak Index (CSI) for the classification of the plantar footprint taking as a reference test the Arch index (AI) as well as the intra-observer concordance of the values obtained from the measurements of these indices by a student of 4^o of podiatry of the University of ACoruña.

Methodology:

Were selected 147 footprints of a database belonging to a previous study through a simple random sampling with which the sample was divided into 49 footprints flat, 49 footprint cavus and 49 footprints with normal arch height, previously classified according to the AI. The measurement of SI and CSI in the footprints was performed in duplicate on alternate days. The concordance between measurements was determined using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and the Kappa Index. Be calculated on the basic statistical indicators for the evaluation of diagnostic procedures: sensitivity, specificity, predictive values and likelihood ratios.

Results:

It was objective for measurements of IS a moderate concordance resulting in a Kappa index of 0.582 (0.430-0.631) for the first measurement and a kappa index of 0.531 (0.553-0.752) for the second measurement.

For ICS measurements a good concordance was obtained resulting in a Kappa index of 0.735 (0.644-0.825) for the first measurement and a kappa index of 0.653 (0.553-0.752) for the second measurement.

The Intra-observer concordance of the results obtained between the first measurement and second measurement of both IS and ICS through the ICC was a very good match with a result of 0.992 (0.989-0.994) for the IS and a result of 0.991 (0.988-0.994) for ICS.

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Conclusions:

In view of the results obtained, null hypotheses are rejected and alternative hypotheses are accepted.

Since the AI is a validated measurement parameter for the classification of the three types of plantar footprint, we conclude that, although both indexes have obtained a moderate and high concordance for the classification of the three types of footprint plantar, the results obtained individually indicate that only the flat footprints got a good match. For this reason, these measurement methods may not be suitable for use in normal footprints and cavus.

With the results of the intra-observer analysis obtained and the subsequent comparison with those obtained in other studies conclude that both indices can be carried out reliably for both novice professionals and expert professionals, having considering that the ICS presented less concordance than the IS.

3. INTRODUCCIÓN:

La huella plantar es la imagen de la superficie del pie que contacta con el suelo y su morfología varía en función de la edad y la situación del individuo (1–5). Las diferentes morfologías del arco longitudinal interno (ALI) pueden presentar en la huella plantar diferentes características por lo que su análisis puede utilizarse como un método de exploración y diagnóstico complementario de la morfología del pie(5).

Existen diferentes métodos de captación de la imagen de la huella plantar que se clasifican en: Métodos manuales como el pedígrafo de tinta tampón o Métodos instrumentales informatizados, como la plataforma de presiones. Diferentes autores han realizado estudios para evaluar la fiabilidad de las mediciones sobre la huella plantar con sistemas informatizados obteniendo resultados positivos (1,4,6,7). Sin embargo, debemos destacar que los métodos manuales conllevan un menor gasto económico y son más accesibles para todos los clínicos (8).

En 2001 Stephen Urry y Scott Wearing llevaron a cabo un estudio en el que realizaron una comparación entre los resultados obtenidos de la medición de parámetros en 96 pedigrafías en estática mediante el uso de la plataforma de presiones y la pedigrafía tradicional con tinta. En los resultados obtuvieron correlaciones positivas estadísticamente significativas entre ambos métodos (9). En 2016, J. Carlos Zuñil-Escobar y colaboradores replicaron el estudio ampliando la muestra a 240 pedigrafías, obteniendo igualmente correlaciones positivas entre los parámetros medidos en ambos métodos de captación de la huella (8).

Históricamente han sido definidos diferentes parámetros para realizar una clasificación de la morfología del pie a través de la huella plantar (10,11). En 1928, Schwartz fue el primer investigador en desarrollar el estudio de parámetros visuales en pedigrafía definiendo un ángulo para determinar si un pie era normal o sufría algún tipo de alteración morfológica (12). Posteriormente Rogers en 1932 utilizando idénticos parámetros visuales de clasificación que Schwartz (13) realizó un estudio de fiabilidad ampliando la muestra, obteniendo un coeficiente de fiabilidad alto para los parámetros observados de forma visual. En 1933 Clarke propone la realización de mediciones de ángulos sobre las pedigrafías, estableciendo unos puntos de referencia para su realización y posterior medición, argumentando una mayor utilidad y fiabilidad en las mediciones clínicas si las líneas de medición del ángulo son claramente definidas. Bajo este objetivo define el Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Ángulo de Clarke (14), obteniendo en diferentes estudios coeficiente de validez, fiabilidad y objetividad alto (2,11).

Siguiendo la línea de investigación de Clarke, en 1947 Chippaux estudió las características de la forma del ALI y sus patologías definiendo un nuevo parámetro denominado el Índice de Chippaux (15). La fiabilidad de este índice fue demostrada posteriormente por Smirak que a través de un estudio realizado con niños y adolescentes definió el Índice de Chippaux-Smirak (ICS) (16). Este índice se ha establecido como un instrumento eficaz de medición para el estudio de las alteraciones del ALI en la huella plantar y para el diagnóstico de pie plano en niños. En 2011, Kun-Chung Chen y colaboradores estudiaron 2638 pedigráficas de niños con edades comprendidas entre los 3 y 6 años con el objetivo de analizar las pedigráficas de los pies planos en preescolares. Realizaron cuatro mediciones entre las que se encontraba el ICS. Tras la realización del estudio, además de contrastar la utilidad del análisis de las pedigráficas para el diagnóstico de pie plano, declararon que el ICS tuvo un rendimiento excepcional presentando una probabilidad de predicción de más del 90% (17).

En 1987 Cavanagh y Rodgers, definieron un nuevo parámetro denominado Arch Index (AI). Basado en la medición de áreas, proporciona una nueva medición cuantitativa de la huella que puede ser utilizada para la comparación de sus resultados con otros parámetros clínicos de medición de la altura del ALI (18). La validez de este índice ha sido demostrada por diferentes autores estableciéndolo como un parámetro validado para la clasificación de la altura del ALI (19,20).

En 2001 Ulunay Kanatli y colaboradores realizaron un estudio en 38 niños con pie plano flexible en el que investigaron la correlación entre la medición de parámetros en radiografía lateral y la medición del AI en pedigráfica con tinta, obteniendo como resultado una correlación positiva estadísticamente significativa entre ambos métodos (19). En 2014 Hylton y Shannon estudiaron los pies de 95 adultos con el objetivo de comprobar la validez de tres técnicas clínicas para evaluar el ALI, entre las que se encontraba el AI, utilizando como "gold standard" las mediciones en radiografía, obteniéndose una correlación estadísticamente significativa de este parámetro respecto a la altura del ALI en radiografías (20).

En 1987, Staheli y colaboradores definieron un nuevo índice, el Índice de Staheli (IS). El objetivo de su estudio era establecer un rango de valores para proporcionar un enfoque

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

más racional para la clasificación del pie plano flexible (21). Actualmente, el IS es uno de los parámetros más estudiados para la descripción de alteraciones en la huella plantar, sobre todo en la clasificación del pie plano (2,3,21,22). Su eficacia, al igual que el AI, ha sido comparada con otros métodos de medición como la radiografía (23).

En 2014 Yanin Plumarom y colaboradores realizaron un estudio con adultos en el que comparaban a través de la medición de 314 pies la concordancia intra-observador entre la medición en radiografía y la medición del IS en pedigráfica con tinta para el diagnóstico de pie plano. Tras los resultados establecieron que este índice presenta una alta sensibilidad y especificidad para su evaluación (23).

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

Objetivo principal:

Determinar la validez del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak para la clasificación de la huella plantar tomando como referencia el Arch Index.

Objetivos secundarios:

Conocer la concordancia intra-observador de los valores obtenidos de las mediciones del el Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak.

5. HIPÓTESIS:

Hipótesis nula:

- No existe una buena concordancia entre la clasificación de la huella plantar realizando la medición del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como prueba de referencia el Arch Index.
- No existe una buena concordancia intra-observador.

Hipótesis alternativa:

- Existe una buena concordancia entre la clasificación de la huella plantar realizando la medición del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como prueba de referencia el Arch Index.
- Existe una buena concordancia intra-observador.

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

6. JUSTIFICACIÓN:

Históricamente se han definido diferentes parámetros de la huella plantar que permiten clasificar diferentes morfologías del pie en función de la altura del ALI.

Se ha demostrado la existencia de correlación entre los parámetros de medición en huella plantar y diferentes métodos de medición de la altura del ALI cuando se analizan pies con arcos bajos o pies planos. Sin embargo, no existen en la actualidad estudios que midan la concordancia existente entre métodos basados en la medición de índices y en la medición de áreas utilizando los diferentes tipos de pies definidos en función de la altura del ALI (normal, cavo y plano).

Los Índices de Staheli y Chippaux-Smirak son unos de los parámetros más utilizados a la hora de analizar la huella plantar. En la atención clínica diaria es imprescindible tener las herramientas necesarias para poder realizar un buen diagnóstico por lo que es necesario conocer la fiabilidad y validez de estas. Dado que el Arch Index es un parámetro validado para la clasificación de los tres tipos de huella plantar conocer la concordancia existente entre estos Índices puede permitir establecer un criterio de selección a la hora del manejo de la pedigráfica.

Un factor influyente a la hora de poder establecer un criterio diagnóstico es la experiencia clínica. Los errores de medición que se pueden cometer ante la falta de experiencia son un factor que debe tenerse en cuenta. El IS y ICS son parámetros más sencillos de desarrollar que el AI por lo que conocer la concordancia de las mediciones realizadas en este estudio permite evaluar su efectividad.

7. METODOLOGÍA. MATERIAL Y MÉTODOS:

7.1 Tipo de estudio:

Estudio descriptivo transversal de validación de una prueba diagnóstica.

Estudio descriptivo transversal de análisis de concordancia intra-observador.

7.2 Ámbito y periodo de estudio:

El desarrollo de este estudio se llevó a cabo en la Facultad de Enfermería y Podología de la Universidad de A Coruña, situada en el Campus de Esteiro (Ferrol) durante el 2º cuatrimestre del curso 2017-2018 en el periodo de tiempo comprendido entre los meses de Febrero y de Mayo de 2018.

7.3 Selección de la muestra:

Para seleccionar las huellas sobre las que se obtuvieron las mediciones, se realizó un muestreo aleatorio simple en el conjunto de datos clasificados según el Arch Index. Este tipo de muestreo otorgó igual probabilidad de selección a todos los casos.

7.4 Justificación del tamaño muestral:

Para poder evaluar el Índice de Chippaux-Smirak y de Staheli como pruebas diagnósticas para determinar la morfología de la huella plantar, se seleccionaron aleatoriamente 49 huellas planas, 49 huellas cavas y 49 huellas con altura de arco normal, previamente clasificadas según el Arch Index (prueba de referencia). Este tamaño muestral permitió estimar sensibilidades del 85% y especificidades del 85%, suponiendo un nivel de confianza del 95% y una precisión de $\pm 10\%$, para para tipo de huella.

7.5 Criterios de inclusión y exclusión:

Las pedigráficas medidas fueron seleccionadas a través de la base de datos de un estudio previo. Se creó una variable independiente para cada uno de los 3 tipos de huella clasificados según AI, y se realizó una aleatorización para la selección de huellas de cada uno de los grupos. (**Tabla I**)

Tabla I. Muestreo aleatorio simple en el conjunto de datos clasificados según el AI.

HUELLA CAVA					HUELLA PLANA					HUELLA NORMAL				
Tamaño poblacional:				209	Tamaño poblacional:				292	Tamaño poblacional:				347
Tamaño de muestra:				49	Tamaño de muestra:				49	Tamaño de muestra:				49
4	16	20	22	25	4	15	18	41	46	1	8	9	22	26
33	41	42	45	53	52	65	70	73	83	36	45	70	80	90
56	57	62	64	66	85	92	108	111	112	92	96	106	107	114
71	74	77	80	84	113	119	128	129	133	117	119	125	141	146
86	99	103	108	112	137	145	149	152	153	150	155	159	162	165
116	127	131	133	137	163	169	179	183	191	169	172	174	182	189
139	140	143	144	149	192	202	209	218	225	191	208	222	223	228
151	154	157	165	166	231	234	240	243	248	252	256	263	266	298
170	173	186	190	197	257	263	264	267	271	305	323	325	330	332
198	201	203	204		272	276	277	278		333	338	342	346	

7.6 Variables recogidas y mediciones:

Las pedigráficas originales, que se encontraban almacenadas en formato electrónico, fueron impresas para poder realizar la medición de los índices de forma manual. Se realizaron 2 copias de cada una de las pedigráficas analizadas y en cada copia se procedió a la medición de los 2 índices.

El cálculo de los índices se realizó en dos tiempos, con un intervalo de 48h entre ambas mediciones y no permitiendo al observador conocer los datos de la medición anterior, con el objetivo de minimizar la influencia en los resultados.

De cada pedigráfica estudiada fueron recogidas las siguientes variables:

- N° de Pedigráfica.
- Valor de Arch Index.
- Índice de Staheli. Primera medición.
- Índice de Staheli. Segunda medición.
- Índice de Chippaux-Smirak. Primera medición.
- Índice de Chippaux-Smirak. Segunda medición.

El **Arch Index** se obtuvo a través de la base de datos de referencia. Este índice mide la proporción del área del medio pie entre la superficie total del pie excluyendo los dedos. En primer lugar, se dibuja una línea denominada “eje del pie” que comienza desde el centro del talón hasta la punta del segundo dedo del pie. Posteriormente se delimitarán perpendicularmente el borde superior (sin incluir los dedos) e inferior del antepié y el

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

borde superior e inferior del retropié (18,24,25). Estas líneas dividen el área de la huella en tres partes iguales. El AI clasifica las huellas según el valor obtenido definiendo 0.21-0.26 huella normal, Huella plana con valores $AI > 0.26$ y Huella cava con valores de $AI \leq 0.21$ (18).

El **Índice de Staheli** se realizó dividiendo la zona más estrecha del itmo entre el valor de una paralela en la zona más ancha del talón estableciendo una relación entre el mediopié y el talón (Anexo I). A través del resultado obtenido se clasificó la huella normal con resultados comprendidos entre 0.6-0.69, huella plana > 0.69 y huella cava ≤ 0.6 (5,21).

Para la medición del **Índice de Chippaux-Smirak** se dividió la zona más estrecha del itmo entre el valor de una paralela en la zona más ancha del antepié estableciendo una relación entre el mediopié y el antepié (Anexo I). A través del resultado obtenido se clasificó la huella normal cuando los resultados estaban comprendidos entre 0,30-0,39, huella plana para valores $> 0,39$ y huella cava para valores $\leq 0,30$ (2,5).

7.7 Búsqueda bibliográfica y bases de datos consultadas:

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las siguientes bases de datos:

Pubmed, Scopus, Web of Science, Cochrane Plus Library y Dialnet.

La estrategia de búsqueda se realizó tanto en inglés como en español, a través de los siguientes términos: “Clarke Angle”, “Ángulo De Clarke”, “Chippaux-Smirak Index”, “Indice Chippaux-Smirak”, “Chippaux Index”, “Indice Chippaux”, “Staheli Index”, “Indice Staheli”, “Arch Index”, “Índice del arco”, “FootPrint”, “Huella Plantar”, “Podiatry”, “Podología”, “Validity”, “Analysis”, “Análisis”, “Techniques”, “Técnicas”, “Measurements”, “Mediciones”, “Footprint Indices”, “Image Processing Techniques”, “Técnicas De Procesamiento De Imágenes”, “Footprint Deformities”, “Comparision”, “Comparación”, “Podobaroscope”, “Medial Longitudinal Arch”, “Ink FootPrint”, “Pressure Platform”, “Plataforma De Presiones”, “Reliability”, “Fiabilidad”, “Accuracy” y “Exactitud”.

Se realizó también la combinación de términos entre sí:

(“Clarke Angle” OR “Chippaux-Smirak Index” OR “Chippaux Index” OR “Staheli Index” OR “Medial Longitudinal Arch” AND “Foot Print” AND “Podiatry”, “Validity” OR “Analysis” OR “Techniques” OR “Measurements” AND “Footprint Indice”, “Image Processing Techniques” OR “Foot Print Deformities” OR “Comparision” AND “Podobaroscope”, OR “Ink Foot Print” OR “Pressure Platform” AND “Reliability” OR “Accuracy”)

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

7.8 Consideraciones éticas:

- El estudio se ha llevado a cabo siguiendo las normas de buena práctica clínica de la declaración de Helsinki.
- La confidencialidad de datos (datos codificados) se respetó en todo momento. Los datos originales se conservarán en el centro participante y sólo tendrán acceso los investigadores del estudio o personal determinado en caso de inspección por parte de las Autoridades Sanitarias Españolas.

Los investigadores se comprometen a que los datos clínicos recogidos de los sujetos se separen de sus datos de identificación personal, asegurando el anonimato, conforme a lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento UE 2016-679 del Parlamento europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016) y la normativa española sobre protección de datos de carácter personal vigente, la Ley 41/2002, de 14 de noviembre (básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica). Se garantiza el cumplimiento de la Ley 15/1999, de protección de datos de carácter personal y el reglamento que la desarrolla.

- El estudio ha sido aprobado por el Comité de investigación clínica de Galicia, formando parte de un proyecto sobre altura del arco plantar, dolor y disfunción del pie. (ANEXO II)

7.9 Análisis estadístico:

Se realizó un análisis descriptivo de los índices calculados, su valor numérico se describió utilizando medidas de tendencia central y dispersión. La clasificación de las huellas en pie cavo, normal o plano se describió mediante el valor absoluto y porcentaje. Se determinó la concordancia entre las mediciones utilizando el ICC y el Índice kappa. Se calcularon los indicadores estadísticos básicos para la evaluación de los procedimientos diagnósticos: sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de verosimilitud.

8 RESULTADOS:

8.1 Descripción de la muestra:

Fueron analizadas un total de 147 huellas plantares. El valor medio para AI fue de 0.239 ± 0.062 . Para la primera y segunda medición del IS el valor medio obtenido fue de 0.548 ± 0.285 y 0.538 ± 0.280 respectivamente y para la primera y segunda medición del ICS el valor medio obtenido fue 0.316 ± 0.163 y 0.307 ± 0.160 respectivamente (**Tabla II**).

Tabla II. Análisis descriptivo de las mediciones.

	Media	SD	Mediana (rango)
ArchIndex	0.239	0.062	0.240 (0.05-0.36)
Índice de Staheli (medición 1)	0.548	0.285	0.560 (0.00-1.30)
Índice de Staheli (medición 2)	0.538	0.280	0.540 (0.00-1.30)
Índice de Chippaux-Smirak (medición 1)	0,316	0,163	0,320 (0.00-0,70)
Índice de Chippaux-Smirak (medición 2)	0.307	0.160	0.310 (0.00-0.68)

Se establecieron 3 grupos de morfología de la huella plantar con idéntico número de pedigráficas analizadas en cada grupo, tomando como valor de referencia AI. Como se refleja en la **tabla III**, la clasificación establecida según IS y ICS en las diferentes mediciones altera los porcentajes de huellas normales, planas y cavas seleccionadas según AI.

Las mediciones de IS clasifican un porcentaje de huellas normales de entre un 13,6-15%, las huellas cavas representan entre un 55,8 – 58,5 % de la muestra y las huellas planas entre un 27,9-29,3%. El análisis de porcentajes atendiendo a la clasificación establecida por ICS nos muestra que las huellas normales representaron entre el 23,8-25,2% de la muestra, las huellas cavas un 42,9-47,6% y las huellas planas un 27,2-33,3% **Tabla III**.

Tabla de frecuencia. Tipo de huella según AI, IS y CIS.

		N	%
ArchIndex	Normal	49	33.3
	Cava	49	33.3
	Plana	49	33.3
Índice de Staheli (medición 1)	Normal	22	15
	Cava	82	55.8
	Plana	43	29.3
Índice de Staheli (medición 2)	Normal	20	13.6
	Cava	86	58.5
	Plana	41	27.9
Índice de Chippaux-Smirak (medición 1)	Normal	35	23.8
	Cava	63	42.9
	Plana	49	33.3
Índice de Chippaux-Smirak (medición 2)	Normal	37	25.2
	Cava	70	47.6
	Plana	40	27.2

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

8.2 Análisis de pruebas diagnósticas

Se utiliza como referencia la medición mediante AI para el diagnóstico de huella plana, normal o cava y se estudia la validez de los Índices de Staheli y de Chippaux-Smirak para dichos diagnósticos, los resultados fueron los siguientes:

Para el diagnóstico de huella plana se objetiva una sensibilidad del 85,7%, es decir, la probabilidad de que una huella plana obtenga un diagnóstico positivo según el IS es del 85,7%. La especificidad es del 98,98%. La probabilidad de obtener huella plana si se obtiene un resultado positivo en el IS es del 97,67% (valor predictivo positivo). La probabilidad de un resultado negativo no sea realmente huella plana es del 93,27% (valor predictivo negativo) (**Tabla IV**).

Tabla IV. Estudio de validez del IS para predecir huella plana utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex	
		Huella plana n (%)	Huella no plana n (%)
Índice de Staheli	Huella plana	42 (97,7)	1 (2,3)
	Huella no plana	7 (6,7)	97 (93,3)
		%	IC95% LI IC95% LS
Sensibilidad (%)	85,71	74,90	96,53
Especificidad (%)	98,98	96,48	100,00
Índice de validez (%)	94,56	90,55	98,57
Valor predictivo + (%)	97,67	92,01	100,00
Valor predictivo - (%)	93,27	87,97	98,57
Razón de verosimilitud +	84,00	11,91	592,35
Razón de verosimilitud -	0,14	0,07	0,29

Para el diagnóstico de huella normal se objetiva una sensibilidad del 30,61%, una especificidad del 92,86%, un valor predictivo positivo (VPP) del 68,18% y un valor predictivo negativo (VPN) del 72,80% (**Tabla V**).

Tabla V. Estudio de validez del IS para predecir huella normal utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex		
		Huella normal n (%)	Huella no normal n (%)	
Índice de Staheli	Huella normal	15 (68,2)	7 (31,8)	
	Huella no normal	34 (27,2)	91 (72,8)	
		%	IC95% LI	IC95% LS
Sensibilidad (%)	30,61	16,69	44,54	
Especificidad (%)	92,86	87,25	98,47	
Índice de validez (%)	72,11	64,52	79,70	
Valor predictivo + (%)	68,18	46,45	89,92	
Valor predictivo - (%)	72,80	64,60	81,00	
Razón de verosimilitud +	4,29		1,87	9,82
Razón de verosimilitud -	0,75		0,62	0,91

Cuando analizamos el IS para diagnóstico de huella cava, los resultados se muestran en la **tabla VI**, obtenemos una sensibilidad del 100%, una especificidad del 66,33%, un VPP del 59,76% y VPN del 100%.

Tabla VI. Estudio de validez del IS para predecir huella cava utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex		
		Huella cava n (%)	Huella no cava n (%)	
Índice de Staheli	Huella cava	49 (59,8)	33 (40,2)	
	Huella no cava	0 (0)	65 (100.0)	
		%	IC95% LI	IC95% LS
Sensibilidad (%)	100,0	98,98	100,0	
Especificidad (%)	66,33	56,46	76,19	
Índice de validez (%)	77,55	70,47	84,64	
Valor predictivo + (%)	59,76	48,53	70,98	
Valor predictivo - (%)	100,0	99,23	100,0	
Razón de verosimilitud +	2,97		2,25	3,92
Razón de verosimilitud -	-		-	-

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Resultados similares se encuentran al estudiar la capacidad diagnóstica del Índice de Chippaux-Smirak para cada tipo de huella.

Para huella plana se obtienen valores de sensibilidad y especificidad del 89,8% y 94,90% respectivamente. La probabilidad de obtener huella plana es del 89,8% si se obtiene un resultado positivo en el ICS y de 94,9% si se obtiene un resultado negativo en el caso de que realmente no sea huella plana (**Tabla VII**).

Tabla VII. Estudio de validez del ICS para predecir huella plana utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex	
		Huella plana n (%)	Huella no plana n (%)
Índice de Chippaux-Smirak	Huella plana	44 (89,8)	5 (10,2)
	Huella no plana	5 (5,1)	93 (94,9)
	%	IC95% LI	IC95% LS
Sensibilidad (%)	89,80	80,30	99,29
Especificidad (%)	94,90	90,03	99,76
Índice de validez (%)	93,20	88,79	97,61
Valor predictivo + (%)	89,80	80,30	99,29
Valor predictivo - (%)	94,90	90,03	99,76
Razón de verosimilitud +	17,60	7,45	41,55
Razón de verosimilitud -	0,11	0,05	0,25

En el análisis del ICS para diagnosticar huella normal se obtiene una probabilidad del 59,18% de que una huella normal obtenga un diagnóstico positivo según el ICS. La probabilidad de que una huella no normal obtenga un resultado negativo es del 93,88%. El VPP y el VPN son 82,86% y 82,14% respectivamente (**Tabla VIII**).

Tabla VIII. Estudio de validez del ICS para predecir huella normal utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex		
		Huella normal n (%)	Huella no normal n (%)	
Chippaux-Smirak	Huella normal	29 (82,9)	6 (17,1)	
	Huella no normal	20 (17,9)	92 (82,1)	
		%	IC95% LI	IC95% LS
Sensibilidad (%)	59,18	44,40	73,97	
Especificidad (%)	93,88	88,62	99,13	
Índice de validez (%)	82,31	75,80	88,82	
Valor predictivo + (%)	82,86	68,94	96,77	
Valor predictivo - (%)	82,14	74,60	89,68	
Razón de verosimilitud +	9,67		4,30	21,72
Razón de verosimilitud -	0,43		0,31	0,61

Para el diagnóstico de huella cava utilizando el ICS tomando como prueba de referencia AI, se obtiene valores de sensibilidad y especificidad del 94,96% y 84,69% respectivamente. El valor predictivo positivo fue de 76,9% y el negativo de 98,8% (**Tabla IX**).

Tabla IX. Estudio de validez del ICS para predecir huella cava utilizando como prueba de referencia AI.

		ArchIndex		
		Huella cava n (%)	Huella no cava n (%)	
Chippaux-Smirak	Huella cava	48 (76,2)	15 (23,8)	
	Huella no cava	1 (1,2)	83(98,8)	
		%	IC95% LI	IC95% LS
Sensibilidad (%)	97,96	92,98	100,0	
Especificidad (%)	84,69	77,06	92,33	
Índice de validez (%)	89,12	83,74	94,49	
Valor predictivo + (%)	76,19	64,88	87,50	
Valor predictivo - (%)	98,81	95,89	100,0	
Razón de verosimilitud +	6,40		4,01	10,21
Razón de verosimilitud -	0,02		0,001	0,17

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

8.3 Análisis de concordancia tomando como referencia el ArchIndex

Al realizar la comparación de clasificación del diagnóstico según la morfología de la huella por las 2 mediciones realizadas de IS comparándolas con el Gold estándar establecido AI, se objetiva, en la primera medición, que el 68,2% de las huellas normales según IS, el 59,8% de las huellas cavas y el 97,7% de las huellas planas están correctamente clasificadas según la clasificación de AI. Cabe destacar que el 40,2% de las huellas cavas según IS son huellas normales según la prueba de referencia y que el 31,8% de las huellas clasificadas como normales serían planas según AI. Resultados similares se objetivan en la segunda medición (**Tabla X**).

Tabla X. Tabla cruzada. Tipo de huella 1 y 2 según IS * Tipo de huella según AI.

		ArchIndex		
		Normal n (%)	Cava n (%)	Plana n (%)
Índice de Staheli (medición 1)	Normal	15 (68.2)	0 (0.0)	7 (31.8)
	Cava	33 (40.2)	49 (59.8)	0 (0.0)
	Plana	1 (2.3)	0 (0.0)	42 (97.7)
Índice de Staheli (medición 2)	Normal	12 (60.0)	0 (0.0)	8 (40.0)
	Cava	36 (41.9)	49 (57.0)	1 (1.2)
	Plana	1 (2.4)	0 (0.0)	40 (97.6)

Al realizar la misma comparación con las 2 mediciones realizadas de ICS, se objetiva, en la primera medición, que el 82.9% de las huellas normales según IS, el 76.2% de las huellas cavas y el 89.8% de las huellas planas están correctamente clasificadas según la clasificación de AI. Cabe destacar que el 23.8% de las huellas cavas según IS son huellas normales según la prueba de referencia y que el 14.3% de las huellas clasificadas como normales serían planas según AI. Resultados similares se objetivan en la segunda medición (**Tabla XI**).

Tabla XI. Tabla cruzada. Tipo de huella 1 y 2 según ICS * Tipo de huella según AI

		ArchIndex		
		Normal n (%)	Cava n (%)	Plana n (%)
Índice de Chippaux-Smirak (medición1)	Normal	29 (82.9)	1 (2.9)	5 (14.3)
	Cava	15 (23.8)	48 (76.2)	0 (0.0)
	Plana	5 (10.2)	0 (0.0)	44 (89.8)
Índice de Chippaux-Smirak (medición 2)	Normal	26 (70.3)	1 (2.7)	10 (27.0)
	Cava	22 (31.4)	48 (68.6)	0 (0.0)
	Plana	1 (2.5)	0 (0.0)	39 (97.5)

En la **Tabla XII** se muestra la concordancia entre los resultados obtenidos en la primera y segunda medición del IS e ICS con los valores de AI. El IS para ambas mediciones obtuvo una concordancia moderada resultando un Índice Kappa de 0.582 (0.482-0.681) para la primera medición y un Índice Kappa de 0.531 (0.430-0.631) para la segunda medición.

El ICS para ambas mediciones obtuvo una buena concordancia resultando un Índice Kappa de 0.735 (0.644-0.825) para la primera medición y un Índice Kappa de 0.653 (0.553-0.752) para la segunda medición.

Tabla XII. Resultados Índice Kappa.IS y ICS con AI.

	ArchIndex	
	Kappa	IC (95%)
Índice de Staheli (medición 1)	0.582	0.482-0.681
Índice de Staheli (medición 2)	0.531	0.430-0.631
Índice de Chippaux-Smirak (medición 1)	0.735	0.644-0.825
Índice de Chippaux-Smirak (medición 2)	0.653	0.553-0.752

8.4 Análisis de concordancia Intra-observador de las mediciones de IS e ICS

En el análisis de la concordancia intra-observador de ambos métodos se evidencia que existe una muy buena concordancia con valores de ICC (Coeficiente de correlación intraclase) de 0,992 para IS y 0,991 para ICS con una fiabilidad del 95%. (**Tabla XIII**)

Tabla XIII. Concordancia Intra-Observador para la medición 1 y 2 de IS y ICS. ICC.

	Índice de Staheli 1	
	ICC	IC (95%)
Índice de Staheli 2	0.992	0.989-0.994
	Índice de Chippaux-Smirak 1	
	ICC	IC (95%)
Índice de Chippaux-Smirak 2	0.991	0.988-0.994

Al analizar los resultados cuantitativos obtenidos en ambas mediciones mediante el método de Bland-Altman, observamos que las diferencias medias entre ambas mediciones son de 0,009cm en ambos métodos con una fiabilidad del 95%. Los resultados de diferencias medias, desviación estándar e intervalos de confianza se reflejan en la **tabla XIV**.

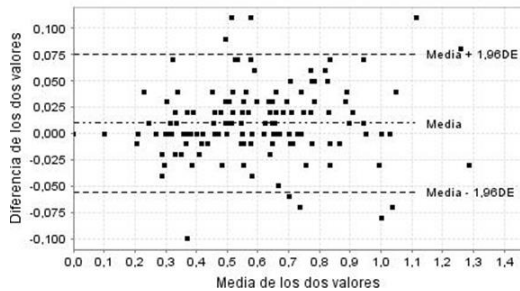
Tabla XIV. Concordancia Intra-Observador para las mediciones de IS e ICS.

	Media de las diferencias	Desviación estándar	IC (95%)
Índice de Staheli	0.009	±0.033	0.004- 0.015
Índice de Chippaux-Smirak	0.009	±0.019	0.006-0.012

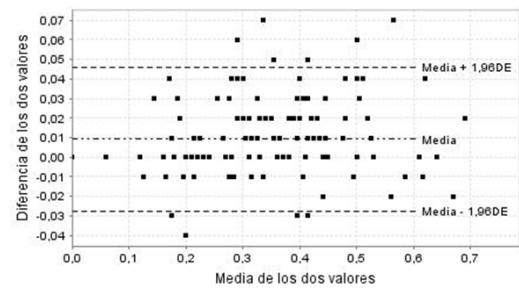
Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Los datos de concordancia intra-observador para los valores cuantitativos en cada índice se muestran en los gráficos de Bland-Altman (**Figura 1**). En ambos métodos se obtuvieron valores similares entre las dos mediciones realizadas por un mismo observador ya que la diferencia media está situada en valores próximos a 0.

Figura 1. Concordancia Intra-Observador para las mediciones de IS e ICS: Gráficos de Bland-Altman.



IS



ICS

Si atendemos a la clasificación de las huellas plantares realizadas según las mediciones con IS observamos que, el 90,0% de las huellas normales según la medición 2 son normales según la medición 1, el 10,0% restante sería huellas planas según la primera medición. De todas las huellas cavas detectadas en la segunda medición, únicamente 4 huellas (4,7%) se clasificarían como huellas normales en la medición 1. El 100% de las huellas planas según la medición 2 estarían clasificadas de la misma forma según la primera medición. El cálculo del índice Kappa revela unos valores de concordancia muy buenos con un valor de 0,928 (**Tabla XV**).

Tabla XV. Concordancia intra-observador en la medición de IS.

		Índice de Staheli (medición 1)		
		Normaln (%)	Cavan (%)	Planan (%)
Índice de Staheli (medición 2)	Normal	18 (90.0)	0 (0.0)	2 (10.0)
	Cava	4 (4.7)	82 (95.3)	0 (0.0)
	Plana	0 (0.0)	0 (0.0)	41 (100.0)
Kappa=0, 928 IC(95%)= 0,873-0,984				

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

En la comparación de las mediciones realizadas con ICS se evidencia que el 73,0% de las huellas normales según la medición 2 son también normales según la primera medición. Respecto a las huellas cavas se objetiva que el 90,0% según la segunda medición estarían clasificadas en la misma categoría en el momento 1. Este porcentaje es del 97,5% en el caso de huellas planas.

Destacamos, en las huellas clasificadas como normales según la medición 2 en un 27% de los casos la medición 1 las había clasificado como huellas cavas. Si analizamos las huellas clasificadas como cavas en la medición 2 en un 10% de los casos habían sido clasificadas como normales en la medición 1, en las huellas planas este porcentaje de discordancia en la clasificación entre ambas mediciones disminuye al 2,5% que representa un único caso en el cual en la primera medición el valor de ICS lo incluye como huella normal.

El valor del índice Kappa refleja una concordancia muy buena con un valor de 0,810. (Tabla XVI)

Tabla XVI. Concordancia intra-observador en la medición de ICS.

		Índice de Chippaux-Smirak (medición 1)		
		Normaln (%)	Cavan (%)	Planan (%)
Índice de Chippaux-Smirak (medición 2)	Normal	27 (73.0)	0 (0.0)	10 (27.0)
	Cava	7 (10.0)	63 (90.0)	0 (0.0)
	Plana	1 (2.5)	0 (0.0)	39 (97.5)
Kappa=0.810IC(95%)= 0.041-0.730				

9 DISCUSIÓN:

Existen estudios que han comprobado la correlación existente entre los diferentes parámetros de medición para el estudio de la imagen de la huella plantar (25,26), sin embargo, este tipo de análisis no mide el grado de concordancia entre dos mediciones ya que si dos parámetros miden sistemáticamente cantidades diferentes uno del otro, la correlación puede ser perfecta a pesar de que la concordancia sea nula y clasificar la fiabilidad de las mediciones positivamente de forma incorrecta (27).

Tras los resultados obtenidos en este estudio, se objetiva una concordancia buena, respecto a la prueba gold standard, para el ICS y moderada para el IS. La concordancia intra-observador se objetiva como muy buena para ambos índices.

A pesar de realizar un muestreo aleatorio, se seleccionó de forma equitativa la morfología de las huellas clasificadas según AI, analizando 49 normales, 49 cavas y 49 planas de forma que cada tipo de huella representase el 33.3% de la muestra total. Esto permitió que el rango de los valores de IS e ICS abarcase valores entre 0,00 y 1,30, representando así la existencia de huellas cavas, normales y planas.

Al analizar los resultados se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos para las huellas planas y los resultados obtenidos para las huellas normales y cavas.

Tanto el IS como el ICS objetivaron muy buenos resultados para la validez diagnóstica de las huellas planas. Ambos índices obtuvieron resultados similares de sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de estas, presentando el IS una sensibilidad del 85.71% y una especificidad del 98.98% y el ICS una sensibilidad del 89.80% y una especificidad del 94.90%. A su vez, ambos índices presentaron para la clasificación de las huellas planas una muy buena concordancia entre estos y el AI. El IS coincidió con AI en su clasificación en un 97.6% en la primera medición y en su segunda medición en un 97.7%. El ICS también obtuvo muy buenos valores para la clasificación de las huellas planas, coincidiendo en la primera medición con AI en un 89.8% y en la segunda medición en un 97.5%.

La validez de estos índices para la clasificación de las huellas planas ya ha sido demostrada por otros autores a través de técnicas de diagnóstico visual, como la observación de la misma sobre podoscopio(2).

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

En 2015, Salvador Pita y colaboradores publicaron un estudio en el que evaluaron la precisión del IS e ICS para el diagnóstico de pie plano en adultos en un entorno clínico, utilizando como gold standard la valoración visual de la imagen de la huella obtenida sobre podoscopio. En la realización del citado estudio, a través de una muestra poblacional aleatorizada, se seleccionaron un total de 1002 sujetos. Analizaron ambos pies tanto en podoscopio como en pedigrafía y evaluaron la validez diagnóstica de estos índices comparándola con la observación en podoscopio. Tras la realización de su estudio, objetivaron que tanto el IS como el ICS presentaban una precisión moderada para predecir el pie plano concluyendo que estos índices son adecuados para el diagnóstico de pie plano en adultos ya que tienen una alta sensibilidad. Sin embargo, cabe mencionar que obtuvieron resultados distintos para cada índice. El IS objetivó una sensibilidad de un 54.07% y una especificidad de un 83.19% y el ICS una sensibilidad de un 87.18% y una especificidad del 58.36%, resultando el ICS más sensible para el diagnóstico de pie plano que el IS (2).

Podemos apreciar que los valores de la sensibilidad y especificidad obtenidos varían en función de las características de la muestra, en el caso del estudio de Pita y colaboradores la muestra analizada es de huellas planas, y en función de la prueba Gold estándar utilizada como elemento de comparación, la valoración visual o Arch Index.

En cuanto a la validez diagnóstica del IS y el ICS para las huellas normales y cavas, se observaron diferencias entre ambos métodos.

Para el diagnóstico de huella normal el ICS objetivó una mayor sensibilidad (59.18%) que el IS (30.61%) y una especificidad similar de un 93.88% para el ICS y de un 92.86% para el IS y para las huellas cavas, al contrario de las huellas normales, ambos índices obtuvieron porcentajes de sensibilidad similares, resultando una sensibilidad del 100% para el IS y de un 97.96% para el ICS, obteniendo diferencias en el porcentaje de especificidad siendo mayor para el ICS (84.96) y menor para el IS (66.3%).

Teniendo en cuenta estos resultados, el ICS ha resultado ser un índice fiable tanto para la clasificación de las huellas normales como cavas y el IS para la clasificación de las huellas cavas.

El ICS presenta un acuerdo en la clasificación de las huellas normales con AI de un 82.9% en la primera medición y de un 70.3% en la segunda, presentando un porcentaje

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

de discrepancia de un 14,3% y un 27% para la primera y segunda medición respectivamente.

El IS presenta un acuerdo menor con resultados de un 68.2% y 60% para la primera y segunda medición con AI respectivamente, presentando un porcentaje de discrepancias de un 31.8 % y 40% para la primera y segunda medición respectivamente. La discrepancia refleja que las huellas clasificadas como normales por ambos índices AI las clasificó como planas.

Con respecto a las huellas cavas, el ICS presenta un porcentaje de acuerdo con AI para la primera medición y la segunda medición de un 76.2% y 68.6% y una discrepancia de un 23.8% para la primera medición y de un 31.4% para la segunda. El IS presenta un porcentaje de acuerdo de un 59.8% para la primera medición y de un 57% para la segunda, mostrando una discrepancia para la primera y segunda medición de un 40.2% y un 41.9%. La discrepancia refleja que las huellas clasificadas como cavas por ambos índices AI las clasificó como normales.

A través de la concordancia existente entre ambos índices para la clasificación de las huellas normales y cavas, se asume que, aunque los resultados obtenidos en la validación diagnóstica han sido buenos, y que el ICS ha presentado mejores resultados que el IS, ninguno de los dos índices son, en verdad, fiables para la clasificación de las mismas.

El hecho de que el ICS obtuviese mejores resultados que el IS podría deberse a los rangos de normalidad establecidos para cada uno. El ICS clasifica como normal los valores comprendidos entre 0.30-0.39 y el IS los valores comprendidos entre 0.60-0.69, valores en los que tendríamos que asumir que la máxima distancia en el ancho de antepié siempre es el doble que el ancho de retropié. El antepié siempre va a ser más ancho que el retropié, por lo que, ante una misma huella la división entre el ancho del itmo y el ancho de antepié siempre va a dar un valor menor que la división del ancho del itmo entre el ancho de retropié, sin embargo, no existen estudios antropométricos que demuestren esa relación numérica de ancho de antepié y retropié en toda la población.

Debemos reflejar que los tres métodos son diferentes y se basan en conceptos diferentes para la clasificación de altura del ALI a través del análisis de la huella plantar. El AI mide la proporción del área del medio pie entre la superficie total de apoyo del pie y el ICS y el IS dividen la zona más estrecha del itmo entre la zona más ancha del antepié y la zona

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

más ancha del retropié respectivamente. El hecho de que el AI mida el área de apoyo de mediopie como valor de referencia y el ICS y el IS midan distancias entre itismo y antepié o retropié como valor de referencia puede explicar las diferencias encontradas entre las clasificaciones del AI y ambos índices. Así mismo, consideramos que la delimitación por valores cuantitativos en la clasificación, puede conducir a que valores muy cercanos a la normalidad (por ejemplo, valores de $ICS=0,29$ o $ICS=0,40$), sean clasificados como huellas con morfologías alteradas cavas o planas.

Actualmente no existen estudios que comprueben la concordancia diagnóstica del IS y el ICS para los tres tipos de huella plantar tomando como referencia el AI. Sin embargo, sí se pueden encontrar estudios que analizan estos índices diagnosticando los tres tipos de pie (3,11).

En 2017, González Martín y colaboradores publicaron un estudio cuyo objetivo era determinar la concordancia entre el Ángulo de Clarke (AC) y el ICS para determinar la validez del AC utilizando como referencia el ICS. A través de una muestra poblacional analizaron un total de 963 sujetos. A través del análisis de morfología de la huella reflejada en el podoscopio clasificaron cada pie de los sujetos en planos, cavos y normales, midiendo en un total de 1926 pedigrafías el AC y el ICS.

Tras los resultados obtenidos objetivaron que el ICS obtuvo una prevalencia de pie plano mayor que la establecida por la valoración visual realizada en el podoscopio y el AC. Al igual que en los resultados obtenidos en nuestro estudio, la prevalencia para la clasificación de pie cavo fue menor (11).

Ese mismo año, Youngsuk Son y colaboradores, publicaron un estudio cuyo objetivo era conocer la concordancia entre el tipo de pie autclasificado por los sujetos y la clasificación clínica obtenida a través de la realización de radiografía, midiendo el ángulo talo metatarsal, y la medición en pedigrafía del IS.

Sobre una población de 789 sujetos, realizaron la clasificación de los tres tipos de pies a través de la medición en radiografía lateral y el estudio de pedigrafía. Tras el análisis de las radiografías establecieron que el mayor porcentaje de tipo de pie fue el normal, seguido por el pie cavo y el pie plano fue el que presentó menor porcentaje. Para el IS los porcentajes no mostraron la misma clasificación, presentando, al igual que en nuestro estudio, como cavos un mayor porcentaje de casos (3).

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Otro de los objetivos de nuestro estudio ha sido conocer la concordancia intra-observador de las mediciones realizadas con el IS y el ICS. Se objetivó una muy buena concordancia intra-observador para ambos índices obteniendo un resultado de 0.992 para el IS y de 0.991 para el ICS.

En cuanto a la concordancia para la clasificación de los tres tipos de huella plantar, la mayor concordancia entre las dos mediciones para ambos casos se dio en la clasificación de la huella plana (IS100% / ICS 97.5%) seguida por la huella cava (IS 95.3% / ICS 90%). En cuanto a la clasificación de la huella normal se observaron diferencias entre el IS y el ICS ya que el IS presentó un 90% de concordancia entre ambas mediciones y el ICS un 73%.

Al comparar nuestros resultados con otros estudios se comprobó que ambos índices también presentan una muy buena concordancia intra e inter-observador y que al igual que en nuestro estudio el ICS presentó una concordancia menor que el IS (1,22).

En 2007 Robin M. Queen y colaboradores publicaron un estudio en el que investigaron la concordancia inter-observador de las mediciones de varios parámetros entre los que se encontraban el IS y el ICS para comprobar cómo las mediciones de la huella se correlacionan con la altura del escafoide. Analizaron un total de 120 pedigrafías y obtuvieron una concordancia inter-observador de 0.962 para el IS y de 0.961 para el ICS (22)

En 2011 Owen Papuga y colaboradores publicaron un estudio en el que evaluaron la concordancia intra e inter-observador de la medición del AI, el ICS y el IS en pedigrafía. Tres observadores realizaron la medición de los tres índices en un total de 576 pedigrafías. Objetivaron una muy buena concordancia intra-observador para los tres medidores con valores para el IS de 0.988, 0.992 y 0.991 y para el ICS de 0.995, 0.817, 0.966. A su vez también obtuvieron una muy buena concordancia inter-observador con valores de 0.975 para el IS y 0.971 para el ICS (1).

10. CONCLUSIONES:

Ante los resultados obtenidos, se rechazan las hipótesis nulas y se aceptan las hipótesis alternativas.

Dado que el AI es un parámetro de medición validado para la clasificación de los tres tipos de huella plantar, concluimos que, aunque ambos índices han obtenido una sensibilidad moderada y alta así como una concordancia moderada y alta para la clasificación de los tres tipos de huella plantar, los resultados obtenidos de forma individual indican que sólo las huellas planas obtuvieron una buena concordancia. Por este motivo estos métodos de medición podrían no resultar adecuados para su uso en huellas normales y cavas.

Tras los resultados del análisis intra-observador obtenidos y la posterior comparación con los obtenidos en otros estudios se concluye que ambos índices pueden ser llevados a cabo de forma fiable tanto para profesionales noveles como para profesionales expertos, teniendo en cuenta que el ICS presentó menor concordancia que el IS.

11. BIBLIOGRAFÍA:

1. Papuga MO, Burke JR. The reliability of the associate platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: A technical note. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34(2):114–8.
2. Pita-Fernández S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pérez-Tejada-Díaz S, Gil-Guillén V. Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *J Epidemiol [Internet].* 2015;25(2):148–54. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jea/25/2/25_JE20140082/_article
3. Son Y, Kang HJ, Song Y, Hwang JH. Relationships Between Self-awareness and Clinical Diagnostic Findings of Abnormal Foot Arch Height in Koreans. 2017;41(6):1013–8.
4. Rodolfo Maestre-Rendon J, Rivera-Roman TA, Sierra-Hernandez JM, Cruz-Aceves I, Contreras-Medina LM, Duarte-Galvan C, et al. Low computational-cost footprint deformities diagnosis sensor through angles, dimensions analysis and image processing techniques. *Sensors (Switzerland).* 2017;17(11).
5. Fuente JLM de La. *Podología General y Biomecánica.* 2009. 146-198 p.
6. Fascione JM, Crews RT, Wrobel JS. Association of Footprint Measurements with Plantar Kinetics A Linear Regression Model. 2014;104(2):125–33.
7. Gutiérrez-Vilahú L, Massó-Ortigosa N, Rey-Abella F, Costa-Tutusaus L, Guerra-Balic M. Reliability and Validity of the Footprint Assessment Method Using Photoshop CS5 Software in Young People with Down Syndrome. *J Am Podiatr Med Assoc [Internet].* 2016;106(3):207–13. Available from: <http://www.japmaonline.org/doi/10.7547/15-012>
8. Zuñil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. Reliability and Accuracy of Static Parameters Obtained From Ink and Pressure Platform Footprints. *J Manipulative Physiol Ther [Internet].* 2016;39(7):510–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.07.005>
9. Urry SR, Wearing SC. A Comparison of Footprint Indexes Calculated from Ink and
Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Electronic Footprints. 2001;91(4):203–9.

10. Bookstein FL, Domjanic J. The principal components of adult female insole shape align closely with two of its classic indicators. PLoS One. 2015;10(8):1–14.
11. Gonzalez-Martin C, Pita-Fernandez S, Seoane-Pillado T, Lopez-Calvino B, Pertega-Diaz S, Gil-Guillen V. Variability between Clarke's angle and Chippaux-Smirak index for the diagnosis of flat feet. Colomb medica (Cali, Colomb. 2017;48(1):25–31.
12. LR. SLBRT. Studies in Physical Development and Posture. I. The Effect of Exercise on the Physical Condition and Development of Adolescent Boys Public Health Bulletin. 1928;179:124.
13. FR. R. Fundamental administrative measures in physical education. Newton, MA Pleiades Co. 1932;
14. Clarke HH. An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. Res Q Am Phys Educ Assoc. 1933;4(3):99–107.
15. C. C. Elements d'anthropologie. École d'application du service de santé des troupes coloniales, Marseille. 1947;
16. J Š. Příspěvek k problematice ploché nohy u školní a pracující mládeže (Der Plattfuß bei der Schuljugend und den Arbeitsreserven). SPN. 1960;
17. Chen K, Yeh C, Kuo J. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. 2011;611–7.
18. Cavanagh PR, Rodgers M, Virginia W. TECHNICAL NOTE THE ARCH INDEX: A USEFUL MEASURE. 1986;547–51.
19. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and Radiographic Analysis of the Feet. 2001;(d):225–8.
20. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 Clinical Techniques for the Measurement of Static Foot Posture in Older People. J Orthop Sport Phys Ther [Internet]. 2005;35(8):479–86. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2005.35.8.479>
21. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. J Bone Joint Surg Am [Internet].

Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

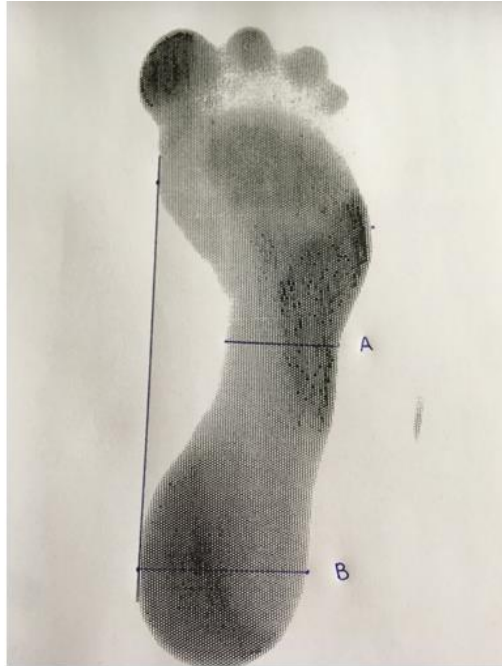
1987;69(3):426–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3818704>

22. Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA. Describing the Medial Longitudinal Arch Using Footprint Indices and a Clinical Grading System. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2007;28(4):456–62. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.3113/FAI.2007.0456>
23. Plumarom Y, Imjaijitt W, Chaiphrom N. Comparison between staheli index on harris mat footprint and talar-first metatarsal angle for the diagnosis of flatfeet. *J Med Assoc Thail.* 2014;97(8):S131–5.
24. Diéguez SL, Jesús A, Sánchez L, Luisa M, Sánchez Z, Martínez-lópez EJ. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar Analysis of different methods to evaluate the footprint. 2011;2041(Figura 1):49–53.
25. Hawes MR, Ph D, Nachbauer W, Sovak D, Nat S, Nigg BM, et al. Footprint Parameters as a Measure of Arch Height. 2014;22–6.
26. Shiang, T; Lee, SH; Lee, SJ; Chu W. Evaluating Different Footprint Parameters as a Predictor of Arch Height. *IEE Engi Medi Bio.* 1988;17:62–6.
27. S PF, S PD. el análisis de concordancia para variables numéricas. 2004;(1995):1–11.

12. ANEXOS:

Anexo I. Imagen de la medición del Índice de Staheli.

$$IS = \frac{A}{B}$$



Anexo I. Imagen de la medición del Índice de Chippaux-Smirak.

$$ICS = \frac{A}{C}$$



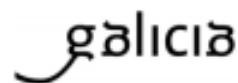
Clasificación de la morfología del ALI mediante análisis de la huella plantar: concordancia entre métodos de medición.

Anexo II. Comité de investigación clínica de Galicia.



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE SANIDADE
Secretaría Xeral Técnica

Secretaría Técnica
Comité Autonómico de Ética da Investigación de Galicia
Secretaría Xeral, Consellería de Sanidade
Edificio Administrativo San Lázaro
15703 SANTIAGO DE COMPOSTELA
Tel: 881 548425; caic@sergasa.es



DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE A CORUÑA-FERROL

Carlos Rodríguez Moreno, Secretario del Comité de Ética de la Investigación de A Coruña-Ferrol

CERTIFICA:

Que este Comité evaluó en su reunión del día 9/23/2015 el estudio:

Título: Estudio de altura del arco longitudinal interno del pie. Métodos de medición y su relación con la postura, el dolor y la disfunción del pie en población adulta

Promotor: Carolina Rosende Bautista

Tipo de estudio: Otros

Versión:

Código del Promotor:

Código de Registro: 2015/516

Y, tomando en consideración las siguientes cuestiones:

- La pertinencia del estudio, teniendo en cuenta el conocimiento disponible, así como los requisitos legales aplicables, y en particular la Ley 14/2007, de Investigación biomédica, el Real Decreto 1716/2011, de 18 de noviembre, por el que se establecen los requisitos básicos de autorización y funcionamiento de los biobancos con fines de investigación biomédica y del tratamiento de las muestras biológicas de origen humano, y se regula el funcionamiento y organización del Registro Nacional de Biobancos para investigación biomédica, la ORDEN SAS/3470/2009, de 16 de diciembre, por la que se publican las Directrices sobre estudios Posautorización de Tipo Observacional para medicamentos de uso humano, y el la Circular nº 07 / 2004, investigaciones clínicas con productos sanitarios.
- La idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio, justificación de los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, así como los beneficios esperados.
- Los principios éticos de la Declaración de Helsinki vigente.
- Los Procedimientos Normalizados de Trabajo del Comité.

Emite un **INFORME FAVORABLE*** para la realización del estudio por el/la investigador/a del centro:

Centros	Investigadores Principales
Facultad de Enfermería y Podología de Ferrol. Departamento de Ciencias de la Salud. Universidade da Coruña	Carolina Rosende Bautista

En Santiago de Compostela, a
El secretario

NOMBRE
RODRIGUEZ
MORENO CARLOS -
NIF 05614327G

Firmado digitalmente por NOMBRE
RODRIGUEZ MORENO CARLOS - NIF
05614327G
Nombre de reconocimiento (DN): o=ES,
ou=FNMT, ou=FNMT Clase 2 CA,
cn=01010161, cn=NOMBRE RODRIGUEZ
MORENO CARLOS - NIF 05614327G
Fecha: 2015.09.25 12:17:28 +02'00'