

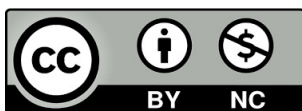
Lidia Isabel Martínez De Sus

Pie Plano Infantil, Índice de Masa Corporal y Herramientas Diagnósticas

Director/es

Ros Mar, Ricardo
Marques Lopes, Iva

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

PIE PLANO INFANTIL, ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Autor

Lidia Isabel Martínez De Sus

Director/es

Ros Mar, Ricardo
Marques Lopes, Iva

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y del Deporte

2024

Escuela de Doctorado

Programa de doctorado en
Ciencias de la Salud y
del Deporte 2021-2024

TESIS DOCTORAL

Pie Plano Infantil, Índice de Masa Corporal y Herramientas Diagnósticas



Universidad Zaragoza

Autora

Lidia I. Martínez de Sus

Director/a

Dr. D. Ricardo Ros Mar

Dra. Dña. Iva Marques Lopes



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

Pie Plano Infantil, Índice de Masa Corporal y Herramientas Diagnósticas

Autora

Lidia Isabel Martínez de Sus

Director/a

Dr. D. Ricardo Ros Mar

Dra. Dña. Iva Marques Lopes

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Escuela de Doctorado

Programa de doctorado en

Ciencias de la Salud y del Deporte

2024

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zaguán

<http://zaguán.unizar.es>

“Si usted tiene un pan y yo tengo un euro, y yo voy y le compro el pan, yo tendré un pan y usted un euro, y verá un equilibrio en ese intercambio, esto es, A tiene un euro y B tiene pan, y a la inversa, B tiene el pan y A el euro. Este es, pues, un equilibrio perfecto.

Pero si usted tiene un soneto de Verlaine, o el teorema de Pitágoras, y yo no tengo nada, y usted me los enseña, al final de ese intercambio yo tendré el soneto y el teorema, pero usted los habrá conservado.

En el primer caso, hay equilibrio. Eso es mercancía. En el segundo, hay crecimiento. Eso es cultura.”

-Michel Serres-

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no hubiera sido posible sin el apoyo de varias personas e instituciones a las que quiero mostrar mi agradecimiento. En primer lugar, a mi director el doctor Don Ricardo Ros Mar, por su apoyo incondicional durante estos cuatro años. Muchas gracias por tu tiempo y dedicación en lo académico y en lo personal, por escucharme siempre, por guiarme por el camino correcto y enseñarme con paciencia hasta lograr nuestro trabajo. Gracias de corazón por acompañarme en esta aventura. A mi directora la doctora Doña Iva Marques Lopes, gracias por tu apoyo, orientación y consejos acertados que me han ayudado a culminar todo este trabajo de investigación de la mejor manera.

Expreso mi agradecimiento a la Universidad de Zaragoza por acompañarme durante estos años y también al colegio San Agustín de Zaragoza, especialmente a su directora Doña Ana Millán Pérez por creer en mi investigación y ayudarme a materializarla con todos los medios disponibles que fueron extraordinarios: equipo de profesores, alumnos y alumnas en prácticas, instalaciones, familias y escolares que colaboraron con una actitud más que ejemplar durante un periodo difícil pero que se gestionó a la perfección.

Quiero dedicar una mención especial a mis compañeras, la doctora Sandra Calvo Carrión y la doctora Carolina Jiménez Sánchez. Habéis sido una luz increíble que me ha acompañado de manera incondicional durante el final de esta etapa. Gracias infinitas por haberos montado en mi barco y haberme ayudado a navegarlo hasta buen puerto. Gracias por compartir conmigo todo vuestro tiempo, experiencia y saber sin esperar nada a cambio. Sois excepcionales y estoy segura de que la vida os devolverá muchas cosas buenas porque os las merecéis.

A mis hermanos, mis tíos y tías y demás familia, amistades, pacientes, compañeros/as, agradecerles su interés durante todos estos años y sus sinceras muestras de alegría y afecto al ver finalizado mi trabajo. Gracias por escucharme tan atentamente en el día a día, sois los mejores.

A Marion, gracias por comprender lo que esta tesis ha significado para mí. No sé cómo agradecerle tu apoyo incondicional a lo largo de todos estos años, tus constantes ánimos y la forma en que siempre has valorado mi esfuerzo y dedicación. Gracias por ser tan especial y por ayudarme sin límites.

Por último y no menos importante, mi padre fue la primera persona que me propuso realizar esta tesis doctoral. Gracias a él, he sido capaz de seguir todos estos años contra viento y marea y realizar toda esta investigación sin dar un paso atrás. Y mi madre, fue la primera persona que creyó en mí desde que nací y me dejó ser como yo soy. Mamá, gracias por ayudarme tanto en cada cosa que emprendo, gracias por cuidarnos a todos y gracias infinitas por guiarme siempre por el buen camino de la vida. No puedo estar más orgullosa de tenerlos a todos conmigo y poder compartir este momento. Os quiero y os lo dedico.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AC: Ángulo de Clarke

AEDP: Agencia Española de Protección de Datos

AESAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria

AG: Ángulo Gamma

ALADINO: Alimentación, Actividad física, Desarrollo Infantil y Obesidad

ALE: Arco Lateral Externo

ALI: Arco Lateral Interno

AT: Arco Transverso

COSI: Childhodd Obesity Surveillance Initiative

DTTP: Disfunción del Tendón del Tibial Posterior

ENS: Encuesta Nacional de Salud

FPI: Foot Posture Index

ICS: Índice de Chippaux-Smirak

IMC: Índice de Masa Corporal

IOTF: International Obesity Task Force

IPP: Índice Postural del Pie

IS: Índice de Staheli

MMII: Miembros Inferiores

NAOS: Nutrición, Actividad Física y prevención de la Obesidad

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

OMS: Organización Mundial de la Salud

OP: Ortesis Plantar

PPF: Pie Plano Flexible

PPI: Pie Plano Infantil

PPIF: Pie Plano Infantil Flexible

RM: Resonancia Magnética

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las variables de la investigación

Tabla 2. Características de la muestra respecto al sexo de los escolares

Tabla 3. Características de la muestra respecto a la edad de los escolares

Tabla 4. Pruebas de normalidad de la muestra respecto a la edad de los escolares

Tabla 5. Características de la muestra respecto al peso de los escolares

Tabla 6. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al peso de los escolares

Tabla 7. Características de la muestra respecto a la estatura de los escolares

Tabla 8. Pruebas de normalidad de la muestra respecto a la estatura de los escolares

Tabla 9. Características de la muestra respecto al IMC de los escolares

Tabla 10. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IMC de los escolares

Tabla 11. Distribución de la muestra respecto al IMC de los escolares

Tabla 12. Distribución de la muestra respecto al IMC de los escolares según sexo

Tabla 13. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IMC de los escolares según sexo

Tabla 14. Características de la muestra respecto al FPI del pie derecho de los escolares

Tabla 15. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI del pie derecho de los escolares

Tabla 16. Características de la muestra respecto al FPI del pie izquierdo de los escolares

Tabla 17. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI del pie izquierdo de los escolares

Tabla 18. Distribución de la muestra respecto al tipo de pie según el FPI del pie derecho de los escolares

Tabla 19. Distribución de la muestra respecto al tipo de pie según el FPI del pie izquierdo de los escolares

Tabla 20. Distribución de la muestra respecto al tipo de pie según el FPI derecho e izquierdo para el sexo masculino y femenino

Tabla 21. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI derecho e izquierdo de los escolares

Tabla 22. Distribución de la muestra respecto al IMC y FPI del pie derecho según sexo

Tabla 23. Prueba de chi cuadrado entre IMC y FPI del pie derecho según sexo

Tabla 24. Distribución de la muestra respecto al IMC y FPI del pie izquierdo según sexo

Tabla 25. Prueba de chi cuadrado entre el IMC y el FPI del pie izquierdo según sexo

Tabla 26. Características de la muestra respecto al índice de Staheli del pie derecho de los escolares

Tabla 27. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al índice de Staheli del pie derecho de los escolares

Tabla 28. Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el índice de Staheli del pie derecho de los escolares

Tabla 29. Características de la muestra respecto al índice de Staheli del pie izquierdo de los escolares

Tabla 30. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al índice de Staheli del pie izquierdo de los escolares

Tabla 31. Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el índice de Staheli del pie derecho de los escolares

Tabla 32. Características de la muestra respecto al índice de Chippaux-Smirak del pie derecho de los escolares

Tabla 33. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al índice de Chippaux-Smirak del pie derecho de los escolares

Tabla 34. Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el índice de Chippaux-Smirak del pie derecho de los escolares

Tabla 35. Características de la muestra respecto al índice de Chippaux-Smirak del pie izquierdo de los escolares

Tabla 36. Pruebas de normalidad de la muestra respecto al índice de Chippaux-Smirak del pie izquierdo de los escolares

Tabla 37. Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el índice de Chippaux-Smirak del pie izquierdo de los escolares

Tabla 38. Tabla resumen de las pruebas de normalidad entre FPI, ICS, IS

Tabla 39. Distribución de todas las variables de la muestra por sexos

Tabla 40. Pruebas de normalidad de todas las variables de la muestra por sexos

Tabla 41. Comparativa de las correlaciones entre FPI, ICS e IS de ambos pies según género femenino

Tabla 42. Comparativa de las correlaciones entre ICS e IS de ambos pies según género femenino

Tabla 43. Comparativa de las correlaciones entre FPI, ICS e IS de ambos pies según género masculino

Tabla 44. Comparativa de las correlaciones entre ICS e IS de ambos pies según género masculino

Tabla 45. Comparativa de las correlaciones entre IMC, FPI, ICS e IS de ambos pies

Tabla 46. Correlación de todas las variables

Tabla 47. Correlación de todas las variables del sexo femenino

Tabla 48. Correlación de todas las variables del sexo masculino

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de distribución de la muestra según el sexo de los escolares

Gráfico 2. Porcentaje de distribución de la muestra según la edad de los escolares

Gráfico 3. Porcentaje de distribución de la muestra según el peso de los escolares

Gráfico 4. Porcentaje de distribución de la muestra según el peso de los escolares

Gráfico 5. Porcentaje de distribución de la muestra según el IMC de los escolares

Gráfico 6. Porcentaje de distribución de la muestra según clasificación del IMC de los escolares

Gráfico 7. Porcentaje de distribución de la muestra según el FPI del pie derecho de los escolares

Gráfico 8. Porcentaje de distribución de la muestra según el FPI del pie izquierdo de los escolares

Gráfico 9. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI del pie derecho de los escolares

Gráfico 10. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI del pie izquierdo de los escolares

Gráfico 11. Distribución de la muestra femenina respecto al IMC según el FPI del pie derecho

Gráfico 12. Distribución de la muestra masculina respecto al IMC según el FPI del pie derecho

Gráfico 13. Distribución de la muestra masculina respecto al IMC según el FPI del pie izquierdo

Gráfico 14. Distribución de la muestra femenina respecto al IMC según el FPI del pie izquierdo

Gráfico 15. Porcentaje de distribución de la muestra según el IS del pie derecho de los escolares

Gráfico 16. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie derecho de los escolares

Gráfico 17. Porcentaje de distribución de la muestra según el IS del pie izquierdo de los escolares

Gráfico 18. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie izquierdo de los escolares

Gráfico 19. Porcentaje de distribución de la muestra según el ICS del pie derecho de los escolares

Gráfico 20. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie derecho de los escolares

Gráfico 21. Porcentaje de distribución de la muestra según el ICS del pie izquierdo de los escolares

Gráfico 22. Porcentaje de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie izquierdo de los escolares

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía del pie y tobillo

Figura 2. Arcos del pie

Figura 3. Pie plano infantil durante los primeros años de vida

Figura 4. Pie plano infantil con signos de pronación en retropié, aplanamiento del ALI y abducción del antepié

Figura 5. Pies planos pediátricos

Figura 6. Pedigrafía. Huella de pie en papel sobre pedígrafo entintado

Figura 7. Índice de Chippaux-Smirak (ICS), b/a

Figura 8. Índice de Staheli (IS), b/c

Figura 9. Diferenciación de los ítems del índice postural del pie-6, en función del tipo de pie

Figura 10. Mapa mundial indicador de niños con sobrepeso u obesidad

Figura 11. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y exceso de peso en función del criterio (Fundación Orbegozo, IOTF y OMS) para el total de la muestra

Figura 12. Prevalencia del sobrepeso, obesidad y exceso de peso según los estándares de la OMS en función del sexo

Figura 13. Evolución de la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil entre los años 1998-2000, 2019-2022

Figura 14. Mapa de la obesidad infantil por comunidades autónomas españolas

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	5
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3. MARCO TEÓRICO	9
1.3.1. <i>El Tobillo y el Pie</i>	9
1.3.1.1. Estructura y Función del Tobillo y del Pie.....	9
1.3.1.2. Desarrollo del Pie Durante el Crecimiento.....	13
1.3.2. <i>El Pie Plano Infantil</i>	16
1.3.2.1. Definición del Pie Plano Infantil.....	16
1.3.2.2. Características del Pie Plano Infantil.....	18
1.3.2.3. Etiopatogenia del Pie Plano Infantil.....	20
1.3.2.4. Pie Plano Infantil Fisiológico y Pie Plano Infantil Patológico.....	22
1.3.2.5. Prevalencia y Epidemiología del Pie Plano Infantil.....	27
1.3.2.6. Consecuencias del Pie Plano Infantil.	29
1.3.3. <i>Herramientas Diagnósticas para el Pie Plano Infantil</i>	32
1.3.3.1. Índice de Chippaux-Smirak.	37
1.3.3.2. Índice de Staheli.....	39
1.3.3.3. Índice Postural del Pie.....	40
1.3.4. <i>La Obesidad en la Infancia</i>	45
1.3.4.1. La Obesidad Infantil en España.	49
1.3.4.2. Relación de la Obesidad Infantil con el Pie Plano Infantil.....	56
2. HIPÓTESIS	64
2.1. HIPÓTESIS GENERALES	64

2.2. HIPÓTESIS NULAS.	64
3. OBJETIVOS	65
3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	65
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	65
4. MATERIAL Y MÉTODOS	66
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	66
4.2. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	66
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
4.4. VARIABLES E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
4.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	73
4.6. ASPECTOS ÉTICOS	74
5. RESULTADOS	76
5.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.....	76
5.2. CORRELACIONES.....	118
6. DISCUSIÓN	121
7. ALCANCES, LIMITACIONES Y PROSPECTIVA DEL ESTUDIO	131
8. CONCLUSIONES	135
9. ASPECTOS ÉTICOS	136
10. BIBLIOGRAFÍA	137
11. ANEXOS.....	163

RESUMEN

Introducción: En esta investigación se evalúa la correlación entre tres herramientas diagnósticas utilizadas para clasificar el tipo de pie en una muestra de escolares de primaria. Además, se investiga la relación entre el estado ponderal de los escolares y su postura del pie, así como las posibles diferencias entre sexos.

Objetivos: Evaluar la correlación del índice de Staheli (IS) y el índice de Chippaux-Smirak (ICS) tomando como estándar de referencia el índice postural del pie (IPP). Determinar la relación entre el estado ponderal (IMC) y la postura del pie (IPP) de la muestra estudiada según sexo.

Material y método: Se realizó un estudio descriptivo, transversal, observacional, prospectivo y de tendencia cuantitativa sobre una muestra total de 296 escolares, 153 niños y 143 niñas de 5 a 12 años del Colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza, España, en febrero de 2021. Se determinó la edad media, el sexo, el IMC según criterios de la International Obesity Task Force. y tipo de huella del pie mediante el IS, ICS, IPP. Mediante el coeficiente rho de Spearman (ρ) se determinó la correlación entre los tres índices elegidos para catalogar la huella del pie infantil y la correlación entre el estado ponderal y la postura del pie. Mediante la prueba de independencia chi cuadrado de Pearson (p) se determinaron las diferencias entre las variables según sexo.

Resultados: Respecto a la evaluación de la concordancia del IS y ICS para la categorización del pie, destaca la correlación alta entre dichos índices para ambos pies (IS-ICS pie derecho $\rho=0,965$, IS-ICS pie izquierdo $\rho=0,954$) y la correlación pobre entre estos índices respecto al IPP (IS-IPP pie derecho $\rho=0,064$, IS-IPP pie izquierdo $\rho=0,127$, ICS-IPP pie derecho $\rho=0,089$, ICS-IPP pie izquierdo $\rho=0,035$). Por lo cual, no existe una buena concordancia entre el IS-ICS y el IPP en la muestra estudiada. El estado ponderal no mostró correlación respecto a la postura del pie en niños (pie derecho $\rho=0,095$; pie izquierdo $\rho=0,067$) y en niñas (pie derecho $\rho=-0,04$; pie

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

izquierdo $p=0,008$). Los niños presentaron una prevalencia mayor de pies planos que las niñas (índice postural del pie niños=8; índice postural del pie niñas=7; pie derecho $p<0,036$; pie izquierdo $p<0,009$) con mayor rango pronador de los niños sobre todo en el pie derecho. Los niños tuvieron mayor prevalencia de sobrepeso respecto a las niñas (28,75; 18,18, $p<0,027$).

Conclusiones: El IPP es considerada una herramienta apta para el diagnóstico del PPI frente al IS/ICS. Las herramientas que evalúen los tres planos del pie-tobillo deben valorarse como primera opción para clasificar el tipo de pie en niños, lo que explica la baja correlación del IS y el ICS con el IPP en la muestra estudiada. El IMC no influye en el desarrollo del PPI, pero ante la alta prevalencia de PPI en la muestra, deben estudiarse otros factores implicados en su desarrollo. El sexo masculino puede considerarse un factor predisponente para desarrollar PPI y sobrepeso en la muestra de estudio.

Palabras clave: pie plano infantil, índice postural del pie, índice de Staheli, índice de Chippaux – Smirak, índice de masa corporal.

ABSTRACT

Introduction: This research evaluates the correlation between three diagnostic tools for classifying the type of foot in a sample of primary school children, as well as the relationship between the children's weight status and their foot posture, and determines if there are differences between both sexes.

Objectives: Evaluation of the correlation between the Staheli Index (SI) and the Chippaux-Smirak Index (CSI) using the Foot Posture Index (PFI) as the reference standard. Determination of the relationship between Body Mass Index (BMI) and Foot Posture Index (FPI) in the studied sample according to sex.

Materials and Methods: A descriptive, cross-sectional, observational, prospective, and quantitatively-oriented study was conducted on a total sample of 296 schoolchildren, 153 boys and 143 girls aged 5 to 12 years, from San Agustin School in Zaragoza, Spain, in February 2021. The mean age, sex, and BMI were determined according to the criteria of the International Obesity Task Force, as well as the type of foot impression using SI, CSI, and FPI. The correlation between the three chosen indices to categorize the children's foot impression and the correlation between weight status and foot posture was determined using Spearman's rho coefficient (ρ). Differences between the variables according to sex were determined using Pearson's chi-squared test of independence (p).

Results: Regarding the evaluation of the agreement between SI and CSI for foot categorization, there is a high correlation between these indices for both feet (SI-CSI right foot $\rho=0.965$, SI-CSI left foot $\rho=0.954$) and poor correlation between these indices with respect to PFI (SI-FPI right foot $\rho=0.064$, SI-FPI left foot $\rho=0.127$, CSI-FPI right foot $\rho=0.089$, CSI-FPI left foot $\rho=0.035$). Thus, there is poor agreement between SI-CSI and FPI in the studied sample.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Weight status did not show correlation with foot posture in boys (right foot $p=0.095$; left foot $p=0.067$) and girls (right foot $p=-0.04$; left foot $p=0.008$). Boys showed a higher prevalence of flat feet than girls (FPI boys=8; postural FPI=7; right foot $p<0.036$; left foot $p<0.009$), more pronation in boy's right foot. Boys had a higher prevalence of overweight compared to girls (28.75; 18.18, $p<0.027$).

Conclusions: The FPI is considered a suitable tool for diagnosing PFF compared to SI/CSI. Tools that evaluate all three planes of the foot-ankle should be considered as the first option for classifying the type of foot in children, explaining the low correlation of SI and CSI with PFI in the studied sample. BMI does not influence the development of PFF, but given the high prevalence of PFF in the sample, other factors involved in its development should be studied. Male sex may be considered a predisposing factor for developing PFF and overweight in the study sample.

Keywords: pediatric flatfoot, postural foot index, Staheli index, Chippaux-Smirak index, body mass index.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento de los Problemas de Investigación

En el ámbito de la podología infantil, es frecuente diagnosticar en consulta o recibir a pacientes pediátricos diagnosticados de pie plano infantil (PPI) por parte de los responsables médicos de Atención Primaria. El PPI es una condición común en la primera década de vida que afecta la estructura del pie y el tobillo, caracterizada por aplanamiento y disminución de arco plantar interno acompañado de una torsión de talón en valgo. El diagnóstico temprano del PPI es importante debido a las alteraciones en la coordinación motora (Solano, 2020), la disminución del movimiento (De la Cruz, 2019) y los problemas de equilibrio (Suárez, 2017) que puede causar en los niños afectados.

Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios e investigaciones realizados en los últimos 30 años, todavía no hay un consenso generalizado en la comunidad científica sobre el diagnóstico y tratamiento del PPI (Evans, 2011; Ezema et al., 2014; Fixsen, 1998; Harris, 2010; Kaymaz, 2022; Pfeiffer et al., 2006; Uden et al., 2017). Existe acuerdo en la literatura científica de que el PPI flexible es evolutivo y fisiológico, corrigiéndose en la edad adulta, pero no hay consenso sobre una delimitación clara que distinga entre el PPI fisiológico y patológico a nivel de investigación ni para su manejo clínico consulta (Onodera et al., 2008; Stavlas et al., 2005).

Por un lado, destaca la diversidad de herramientas utilizadas para diagnosticar el PPI en la población infantil recogidas por la bibliografía (Howard y Briggs, 2006; Razeghi y Batt, 2000.) Gran parte de estas herramientas fueron originalmente diseñadas para el pie adulto (Volpon, 1994), lo que plantea interrogantes sobre su validez y fiabilidad al aplicarlas exclusivamente en pacientes pediátricos (Elvira et al., 2008). Algunas de estas herramientas frecuentemente utilizadas en investigaciones durante décadas hasta la actualidad, se limitan a realizar una valoración bidimensional

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

del pie para clasificarlo como plano, normal o cavo, pero la propia naturaleza tridimensional del complejo pie-tobillo hace lógica la necesidad de elegir herramientas capaces de realizar un diagnóstico integral que se aproxime más a la realidad. El inconveniente no radica en disponer de gran cantidad de herramientas diagnósticas, sino en los problemas de correlación entre los resultados que ante un mismo pie aportan dichas herramientas. Dicho de otra manera, en nuestra práctica diaria es común evaluar un mismo pie con varias herramientas o índices y obtener resultados diferentes, lo que conlleva discrepancias diagnósticas importantes. Esto dificulta la fiabilidad de los diagnósticos y condiciona la investigación contribuyendo a la falta de consenso en el campo.

Por otro lado, la revisión de la literatura actual recoge la relación entre el sobrepeso y la obesidad infantil y las posibles alteraciones musculoesqueléticas (Brian et al., 2021; Catalán Reyes, 2021; Giral, 2017; Machado et al., 2018). A nivel investigador, se han encontrado asociaciones entre un índice de masa corporal (IMC) elevado en la infancia y un mayor riesgo de desarrollar PPI (Benedetti et al., 2011; Diéguez et al., 2011; García, 2019; Saldívar-Cerón et al., 2015; Villarroya et al., 2008). Esto destaca la importancia de abordar el problema del sobrepeso y la obesidad en la prevención y manejo del PPI en la población infantil.

1.2. Justificación

A pesar de ser un tema ampliamente debatido por la comunidad científica desde hace décadas, delimitar el PPI fisiológico del PPI patológico sigue siendo complicado durante la práctica clínica en la actualidad. Como se acaba de mencionar, uno de los motivos por el cual pueden encontrarse discrepancias diagnósticas para clasificar el PPI, radica en la disparidad de resultados a la hora de valorar un pie según la herramienta que se elija entre el gran número de herramientas disponibles. El análisis

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

de un mismo pie mediante varios índices o herramientas puede dar resultados muy diferentes, lo que se traduce en una falta de consenso diagnóstico.

La investigación llevada a cabo en esta tesis, surge como respuesta a la identificación de dos situaciones observadas en el ámbito del diagnóstico podológico de mi actividad profesional. La primera, tiene relación con las incoherencias diagnósticas que surgen al utilizar diferentes herramientas para la clasificación del tipo de pie infantil. Como ejemplo, en ocasiones, los resultados de las pedigrafías catalogan los pies como cavos, pero acompañando el diagnóstico con la inspección visual, se sospecha de que se trata de pies hiperpronados. Ante estos resultados diferentes, el observador se encuentra ante una imprecisión diagnóstica. Llegados a este punto, es importante completar la evaluación del complejo tobillo-pie en busca de datos relevantes que nos ayuden a un diagnóstico certero. Evaluando al paciente se observa que en el caso de escolares con pies planos valgus flexibles, puede darse la particularidad de que, debido a la hiperpronación de la ASA y el desplome del ALI, también se levante el ALE del pie, motivo por el cual en la pedigrafía se obtiene una huella cava.

Según todo lo anterior, podría deducirse que, basar el diagnóstico del tipo de pie según la interpretación de la pedigrafía en exclusiva podría traducirse en ocasiones en un diagnóstico insuficiente o erróneo, donde la valoración de ese mismo pie con la aplicación del IPP puede resultar de gran ayuda para completar el diagnóstico, gracias a la valoración integral del complejo pie-tobillo que este ofrece, respetando la naturaleza triplanar del mismo.

Por una parte, en este trabajo se pretende evaluar la correlación entre tres herramientas reconocidas en el ámbito de la podología clínica y ampliamente respaldadas por la literatura para la clasificación del tipo de pie o huella. Dos de estas herramientas diagnósticas se basan en las pedigrafías clásicas y se denominan índice

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

de Staheli (IS) e índice de Chippaux-Smirak (ICS). La tercera herramienta se denomina índice postural del pie (IPP) o *foot posture index* (FPI) en inglés, y se encuentra enmarcado dentro de la biomecánica moderna.

La diferencia principal entre el IPP y las otras dos herramientas diagnósticas propuestas en este trabajo, radica en la aportación que ofrece el IPP para la observación directa de los tres planos del conjunto pie-tobillo, a diferencia del IS e ICS que mediante las pedigrafías evalúan el tipo de huella exclusivamente desde la bidimensionalidad dejando sin interpretar el plano transversal del pie, fundamental para la valoración global de la postura del mismo. Por lo cual, el IPP es escogido como prueba de referencia estándar en esta investigación ya que basa su escala de valoración desde un abordaje integral del complejo pie-tobillo desde su naturaleza tridimensional. Es importante destacar que la propia arquitectura tridimensional del pie es la que le permite adaptarse a superficies irregulares, absorber impactos y proporcionar estabilidad en diversas posiciones, por lo que para su correcta evaluación deberían utilizarse herramientas capaces de analizar sus tres ejes.

Por otra parte, a menudo se relaciona al sobrepeso y la obesidad infantiles como factores predisponentes de alteraciones musculoesqueléticas en la población infantil (Brian et al., 2021; Catalán Reyes, 2021; Giral, 2017; Machado et al., 2018). En España, el estudio de ALADINO, 2019 concluye que el 32,9% de niños/as presentan exceso de peso, es decir 3 de cada 10 niños/as. Además, son numerosos los estudios en los que se asocian IMCs elevados en esta etapa de la vida con un incremento del PPI (Benedetti et al., 2011; Diéguez et al., 2011; García, 2019; Saldívar-Cerón et al., 2015; Villarroya et al., 2008). Con los resultados de esta investigación, se pretende , investigar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie en la población estudiada.

En resumen, la justificación de este trabajo se basa en dos necesidades. La primera, abordar el problema que suponen las discrepancias diagnósticas que surgen ante la gran diversidad de herramientas disponibles para evaluar el PPI. Para ello, se propone evaluar la correlación entre tres herramientas ampliamente utilizadas en el campo de la podología, así como respaldar la implementación del enfoque tridimensional del IPP frente a otras técnicas diagnósticas. La segunda, investigar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie en la población estudiada. Con los resultados obtenidos, se pretende contribuir a una mejor comprensión y manejo en la práctica podológica pediátrica.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. El Tobillo y el Pie

El conjunto del pie y tobillo supone una estructura fundamental para la posición bípeda tanto en estática como en dinámica para el ser humano, permitiéndole adaptarse a las irregularidades del terreno por su capacidad amortiguadora y adaptativa. A continuación, se describe un breve repaso anatómico y funcional de su estructura, cuyo conocimiento resulta fundamental para el podólogo. También se expone el desarrollo del pie durante el crecimiento, considerándose una etapa crucial en la evolución del miembro inferior.

1.3.1.1. Estructura y Función del Tobillo y del Pie.

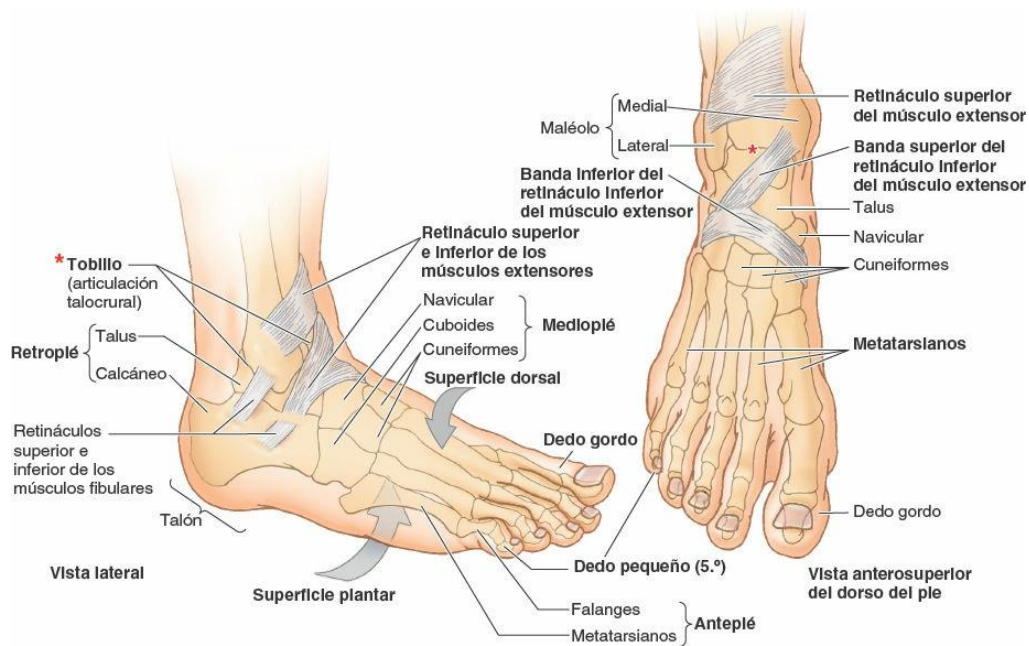
El pie humano y el tobillo son una fuerte y compleja estructura mecánica compuesta por 28 huesos (incluyendo los sesamoideos), 33 articulaciones, y más de 100 músculos, ligamentos y tendones. Estructuralmente se divide en retropié, compuesto por astrágalo y calcáneo; parte media o mediopié, formada por cuboides, escafoides y las tres cuñas; y antepié, compuesto de 5 metatarsianos, falanges y los huesos sesamoideos.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

El enlace mecánico entre el pie y la extremidad inferior se establece a través de la articulación subastragalina o talocrural y la mortaja tibioperonea (Nordin y Frankel, 2004). La bóveda plantar se encuentra sostenida por tres arcos, arco transverso (AT), arco longitudinal interno (ALI) y arco longitudinal externo (ALE) que se apoyan en el suelo a través de las tuberosidades plantares del calcáneo, la cabeza del primer metatarsiano ayudado por los dos sesamoideos y la cabeza del quinto metatarsiano (de la Fuente, 2003). La importancia de estos arcos radica en sus funciones de amortiguación, estabilización y generación de propulsión en las actividades del ser humano.

Figura 1

Anatomía del pie y tobillo



Nota. Adaptado de *Superficies, partes, huesos y retináculos del tobillo y del pie* [fotografía], por Enfermería Top, 2022, (<https://enfermeria.top/apuntes/anatomia/miembro-inferior/pie/>). CC BY 2.0

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

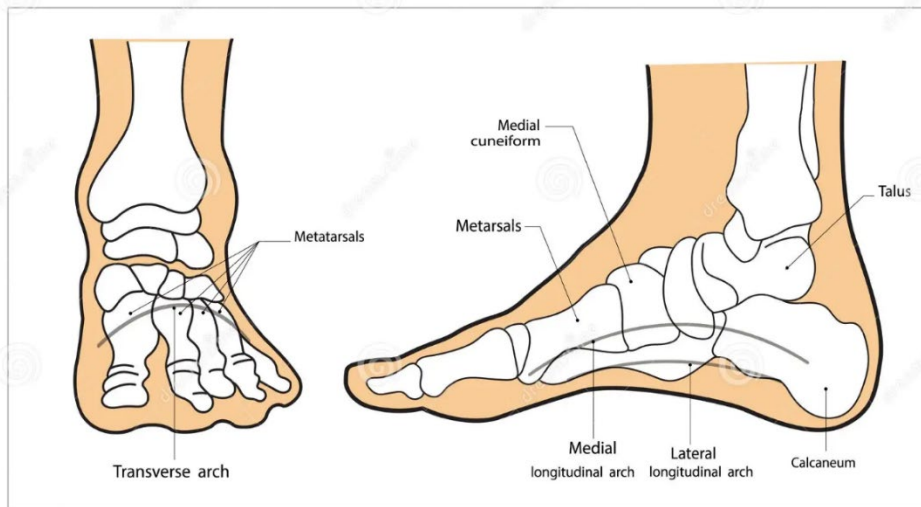
El AT se comporta como un 45 muelle corto pero flexible. Está formado por el cuboides y las tres cuñas, y se continúa hasta la base de los metatarsianos, desapareciendo en los pies normales en las cabezas metatarsales, de modo que las cabezas de los cinco metatarsianos contactan con el suelo durante la carga (Oatis, 2009).

El ALE, es un arco mucho más rígido que se encarga de transmitir el impulso motor del tríceps sural. Se comporta como un muelle corto, duro y resistente que soporta una presión importante. Está constituido por el quinto metatarsiano, el cuboides y el calcáneo, y su distancia al suelo es aproximadamente de 3-5mm.

El ALI se comporta como un muelle largo y flexible, que se alarga bajo carga, gracias a su flexibilidad, secundaria a la movilidad del astrágalo sobre el calcáneo. Está formado por el primer metatarsiano, la primera cuña, el escafoides, el astrágalo y el calcáneo, y se considera fisiológico cuando presenta una distancia al suelo de 15-18mm (de la Fuente, 2003). Es, junto con otras estructuras adicionales como la almohadilla grasa plantar, la fascia plantar superficial y los huesos sesamoideos del hallux, una estructura crítica con un papel importante en la absorción del impacto y en la transferencia de fuerzas (Oatis, 2009). Sin esta configuración arqueada, las grandes fuerzas de acción rápidas que se producen por ejemplo durante la carrera, podrían superar la capacidad fisiológica de los huesos para soportar la carga (Ballesteros Pérez, 2015).

Figura 2

Arcos del pie



Nota. Adaptado de *Vector de los arcos del pie. Anatomía del esqueleto de pie* [fotografía], por Galería de Ilustraciones Dreamstime, 2023, (<https://es.dreamstime.com/arcos-del-vector-pies-anatom%C3%ADa-esqueleto-de-pie-ilustraci%C3%B3n-image231248859>). CC BY 2.0

El pie es considerado como el eslabón más distal de la extremidad inferior, sirve para conectar el organismo con el medio que lo rodea. Unido al tobillo, constituye una unidad ontogénica, morfofuncional y clínica que es preciso considerar integrada en la cadena cinemática del miembro inferior. Y en este sentido, su funcionamiento y comportamiento deben relacionarse y referirse al acontecer dinámico de la marcha (Buldt et al., 2013). Es la base de sustentación del aparato locomotor y tiene la capacidad gracias a su peculiar biomecánica, de convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en el que se mueve (Voegeli, 2003). También es una estructura tridimensional variable, esencial para la posición bípeda humana, base del servomecanismo antigravitatorio, pieza fundamental para la marcha humana. Está

diseñado para permitir la bipedestación, para caminar, correr y saltar eficientemente sobre muchos tipos de superficies sin dolor o lesión (Nordin y Frankel, 2004; Núñez-Samper y Llanos Alcázar, 1997).

Según Camarena y Villegas (2010) la funcionalidad del pie se puede dividir según su función motora, gracias a la cual, podemos caminar, correr y saltar, su función de equilibrio mediante la cual puede adaptarse a las distintas superficies del suelo, con la ayuda de estructuras anatómicas como son los huesos metatarsianos, los ligamentos laterales y la articulación del tobillo y su función amortiguadora desempeñada en el momento en el que el pie llega a apoyarse en el suelo y absorbe la fuerza de impacto, imprescindible para esta función, su estructura esquelética, la aponeurosis plantar y ligamentos, los tensores activos musculares y la grasa plantar.

1.3.1.2. Desarrollo del Pie Durante el Crecimiento.

Desde la postura cuadrúpeda de los primates hasta la adquisición de la postura bípeda, la columna y en general todo el esqueleto ha sufrido una serie de adaptaciones fundamentales, pero no todas se han producido durante la evolución filogenética, sino que existen unas adaptaciones que se desarrollan en los primeros meses de la vida. Las más destacables son la adquisición de las curvaturas de la columna, que dan gran capacidad de resistencia a la misma. El tórax se aplana para desplazar hacia atrás el centro de gravedad. El sacro se hace más cóncavo por la cara anterior, mientras que los ilíacos se ensanchan puesto que entre los tres deben soportar el peso visceral. Asimismo, todo el sistema de soporte del tronco formado por las extremidades inferiores se adapta convenientemente a dicha postura, desde la cabeza del fémur hasta la estructura intrínseca del pie. Por un lado, se produce un desarrollo de la parte anterior del acetábulo de la cadera, ya que recibe mayor carga junto con un aumento de volumen de la cabeza femoral, y el ángulo cervicodiafisario del fémur disminuye. A nivel del pie se produce una pronación del calcáneo y una

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

rotación de la cabeza del astrágalo con respecto a los primates, pudiendo así apoyar la cabeza del I metatarsiano en el suelo y creándose la bóveda plantar (Miralles Marrero et al., 2005).

Según Ford y Scannell (2017), todos los niños hasta los 3-4 años de edad tienen un pie plano fisiológico con un aumento de la grasa plantar medial. A partir de esta edad comienza a desarrollarse el arco plantar, se pierde la grasa subcutánea, disminuye la laxitud cápsulo-ligamentosa y aumenta la potencia muscular que puede no hacerse evidente hasta los 10 años. A partir de esta edad puede que el arco plantar no se forme, permaneciendo el pie plano infantil, lo cual no significa que sea patológico ya que de no ser sintomático es frecuente considerar el pie plano flexible infantil como una variante de la normalidad, sin estar claro que precise corrección ni que suponga ninguna limitación en el pie adulto. Morley afirmó en 1957 que el desarrollo del arco se completa en una edad más temprana, entre los 5 y 6 años de edad. A los 2 años 97% de los niños tienen pie plano mientras que éste sólo persiste en 4% de los niños a los 10 años.

De Bergua et al., (2020) exponen que el mantenimiento y progresión del pie plano infantil se ve favorecido por algunas condiciones como la hiperlaxitud (vinculada a síndromes de Marfan, Ehler Danlos o Down), o la obesidad, ya que esta aumenta la carga sobre las articulaciones del arco interno del pie. Algunos autores escenifican el desarrollo ideal del pie en un ambiente sin zapatos y se ha observado en varios estudios que el uso del calzado es un factor que puede favorecer una formación tardía del arco longitudinal y originar el desarrollo del pie plano; además el calzado es la causa más frecuente de dolor referido por los niños (Bhaskara y Benjamin, 1992; Rao y Joseph, 1992).

Lo que sí parece estar claro entre la comunidad investigadora es que el desarrollo del arco del pie se realiza de manera fisiológica durante la primera década de la vida

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

y durante los primeros 3 años, generalmente existe un cojín graso que recubre al arco medio longitudinal que actúa a modo de relleno y hace que la mayor parte de los niños presenten un pie morfológicamente aplanado.

Figura 3

Pie plano infantil durante los primeros años de vida



Nota. Se observa pronación asociada a la ausencia natural del ALI y un exceso de panículo adiposo plantar que actúa a modo de amortiguación. Adaptado de *Las causas de pie plano de los niños* [Fotografía], por Guía Infantil, 2016, (<https://www.guiainfantil.com/el-pie-plano-de-los-ninos-bebes.html>). CC BY 2.0

La tibia vara fisiológica presente en los niños al inicio de la marcha, también condiciona una pronación del retropié al ser la única vía para que la columna medial del pie pueda alcanzar el suelo (Pascual Gutiérrez et al., 2009) Otra condición que se asocia frecuentemente con el pie pronado es el genu valgo considerado común en el desarrollo de la extremidad inferior del niño y cuya desaparición se produce normalmente a los 6 o 7 años (Harris, 2010).

Todas las características específicas de la edad infantil, hacen que durante el desarrollo se consideren normales gran cantidad de formas de pie, y que la variabilidad disminuya con el crecimiento (Hallemans et al., 2003). El conocimiento del

espectro fisiológico de cambios en la extremidad inferior durante el crecimiento permite el reconocimiento precoz de las patologías y por tanto que se lleve a cabo una intervención temprana en el caso de que ésta sea necesaria, y que ayude a prevenir agravamientos futuros (Bertsch et al., 2004).

1.3.2. El Pie Plano Infantil

El pie plano infantil flexible (PPIF) es uno de los síndromes más comunes que se observan en la práctica de la salud podológica pediátrica. El tratamiento y la corrección de esta deformidad generan controversia entre la comunidad investigadora y no existe consenso entre los profesionales que lo diagnostican y tratan en la actualidad. Desde hace décadas, son múltiples los estudios que afirman la existencia de tratamientos eficaces en la corrección del pie plano infantil; por otro lado, asimismo algunos estudios ponen de manifiesto que el pie plano en niños es un fenómeno fisiológico que se corrige con la edad. Debido a esta falta de consenso diagnóstico, las investigaciones en el campo del PPI siguen siendo necesarias.

A continuación, se realiza una revisión de la literatura dentro del marco teórico en el que se sustenta este trabajo. Se considera necesario obtener un enfoque general sobre la definición, características y etiología del PPI, así como la prevalencia y las consecuencias del mismo. También se dedica un apartado para explicar las diferencias entre un PPI fisiológico y un PPI patológico.

1.3.2.1. Definición del Pie Plano Infantil.

En rasgos generales, se denomina pie plano a aquella alteración en la morfología del pie, caracterizada por una desviación en valgo del talón y acompañada de una disminución, más o menos marcada, de la altura de la bóveda plantar. Moreno (2009) define el pie plano como un derrumbamiento de las estructuras del pie en que se produce la torsión de las articulaciones plásticas, con valgo de talón, supinación del antepié, traslación hacia abajo y hacia dentro de la cabeza del astrágalo y el

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

escafoides, y desplazamiento hacia fuera del respectivo antepié. El borde medial del pie puede llegar a apoyar en el suelo en situación de carga. Mann en 1964, ya consideró el PPI como una “enfermedad de la civilización”, debido a la inactividad, marcha en terrenos planos y uso de calzado rígido.

Kapandji (2010) ha definido la bóveda plantar como un conjunto arquitectónico que asocia armoniosamente todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie; y gracias a sus modificaciones de curva y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno y transmitir al suelo las fuerzas y agresiones debidas a la gravedad terrestre.

Lozano (2009) afirma que el pie plano flexible infantil (PPIF) es una variante fisiológica común y normal en el niño, adolescente y en el adulto y la define como una disminución del arco longitudinal del pie asociado a valgo de retropié, generalmente asintomático. Es muy común en la infancia, se asocia a laxitud ligamentaria generalizada y debido a que esta tiende a disminuir con la edad, se resuelve de forma espontánea en la mayoría de los casos.

Para Mosca (2010), el PPI es una forma normal del pie que se presenta en la mayoría de los niños y muchos adultos y reitera que el arco se eleva espontáneamente en la mayoría de los niños durante la primera década de vida. Kirby (2000), entiende como pie normal aquél que presenta una función normal durante la marcha, que no presenta dolor, ni deformidad significativa, y que no ha sufrido traumatismo ni cirugías significativas.

Parra Corbi (2008) y Guerra (2006), el PPIF es la deformación del pie como consecuencia de alteraciones en la elasticidad de los ligamentos, la estructura ósea pierde su relación interarticular entre retropié y parte media del pie, por lo que ocurre un desequilibrio muscular, apareciendo el PPIF, con una deformidad en valgo

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

acompañada de un aplanamiento del arco longitudinal del pie que se observa a partir de los 30 meses de edad.

En resumen, el PPIF es una variante fisiológica común del pie plano en la infancia, que generalmente no causa síntomas ni limitaciones funcionales. A medida que el niño crece, el arco longitudinal del pie tiende a elevarse de forma espontánea. Sin embargo, es importante estar alerta a posibles complicaciones y diferenciar el PPIF de otras formas de pie plano para brindar un adecuado manejo y tratamiento.

1.3.2.2. Características del Pie Plano Infantil.

El pie plano flexible infantil es una condición que implica más que simplemente una disminución del arco longitudinal del pie. Además de la característica principal de la reducción del arco, se pueden observar otras alteraciones en la estructura y función del pie.

Según Volpon (1994) y Echarri y Forriol (2003), el PPI se caracteriza por un aumento de la huella plantar en la exploración que se evidencia mejor con el uso de podoscopio, fotopodograma, plataformas de la marcha o la simple huella que deja el pie en una superficie plana, tras levantar el pie y con el reflejo de la luz. Staheli (1987), añade que se acompaña habitualmente de valgo del retropié, con aspecto de prominencia debajo del maléolo interno. La almohadilla grasa plantar tiende a exagerar la deformidad. Es típico desde el comienzo de la marcha y habrá desaparecido prácticamente en época prepuberal.

A esta deformidad primaria se le pueden asociar abducción del mediopié, supinación del antepié o acortamiento del tríceps sural. El astrágalo se encuentra caído en flexión plantar, abducción y medialización lo que genera una valgización del talón. El mediopié se encuentra abducido en grado severo a través de la articulación talonavicular lo que genera un acortamiento relativo de la columna externa

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

del pie. El antepié se supina para compensar la deformidad y poder hacer plantígrado el pie, deformidad que puede hacerse rígida manteniéndose una supinación del antepié cuando corregimos manualmente el talón hasta posición neutra. En algunos casos, el tríceps sural puede estar acortado, pero no está claro si se debe al mantenimiento de la deformidad (acortamiento secundario) o si por el contrario existe un acortamiento primario que contribuye al desarrollo del PPIF (de Bergua et al., 2020).

Figura 4

Pie plano infantil con signos de pronación en el retropié, aplanamiento del ALI y abducción del antepié



Nota. Adaptado de *Podología Infantil* [fotografía], por Clínica Podológica Mayral, 2022, (<https://clinicamayral.com/podologia-infantil/>). CC BY 2.0

El PPIF debe diferenciarse del pie plano rígido, generalmente doloroso, el cual comúnmente produce limitación funcional y dolor. El PPIF con un acortamiento del

tendón de Aquiles, en contraste con el PPIF simple, es conocido por causar dolor e inestabilidad en algunos adolescentes y adultos.

Estas características se suman a la complejidad de la deformidad y a la necesidad de un enfoque integral en el diagnóstico y tratamiento del pie plano flexible en niños.

1.3.2.3. Etiopatogenia del Pie Plano Infantil.

Las teorías sobre la patogenia del PPI se dividen entre la debilidad muscular y las características del hueso-ligamento (Mosca, 2010). Los autores clásicos afirmaban que la debilidad muscular era la responsable del PPI (Duchenne, 1959; Haraldsson, 1965; Hoke, 1931; Jones, B. S., 1975; Jones, R. L., 1941; Niederecker, 1932), y otros autores han demostrado mediante estudios posteriores que la forma del arco está determinada principalmente por las características del hueso y el ligamento (Gray y Basmajian, 1968). Estos últimos, demostraron en sus investigaciones que la altura del arco longitudinal está determinada por las características del complejo hueso-ligamento, y que los músculos mantienen el equilibrio, acomodan el pie en terrenos irregulares, protegen los ligamentos del estrés inusual y propulsan el cuerpo hacia delante, pero, en definitiva, aunque los músculos desempeñan un papel importante en la función y el equilibrio del pie, no son necesarios para mantener la estructura del arco.

Siguiendo estos resultados, Mann e Inman (1964) confirmaron que no se requiere actividad muscular para soportar el arco en carga de peso estática. También encontraron que los músculos intrínsecos son los principales estabilizadores del pie durante la propulsión, y que se requiere una mayor actividad muscular intrínseca para estabilizar las articulaciones transversas del tarso y subastragalina en un individuo con pie plano que en uno con un arco de altura promedio.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

También existen teorías mixtas, donde se cree que el PPIF es causado por una debilidad conjunta de ligamentos y músculos. Para comprender su etiología, Corbi (2008) propone una visión sobre el PPIF asociada a alteraciones en la elasticidad de los ligamentos del pie, lo que resulta en una pérdida de la relación interarticular entre el retropié y el mediopié. Esta deformidad se caracteriza por un aplanamiento gradual del arco longitudinal debido a la debilidad de los músculos y ligamentos que sostienen el pie. Los ligamentos pueden mantener la curvatura por un período corto de tiempo, pero requieren de la acción de los músculos para mantenerla a largo plazo.

Esta teoría se ve reforzada por Kapandji (2010), que afirma que el equilibrio delicado entre diferentes acciones musculares es responsable de la curvatura y orientación de la bóveda plantar. La contractura de ciertos músculos y la insuficiencia de otros pueden perturbar este equilibrio y provocar deformaciones en el pie plano flexible. La contractura de músculos como el tríceps, tibial, peroneo anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del primer dedo, junto con el peso del cuerpo, contribuyen a la deformidad. Por otro lado, la insuficiencia del músculo tibial posterior o, con mayor frecuencia, del peroneo lateral largo también está implicada en el desarrollo del pie plano flexible.

Viladot (2009), publicó una clasificación etiológica sobre el pie plano según los distintos niveles anatómicos responsables de la cúpula plantar:

En primer lugar, se encuentran las alteraciones de origen óseo, que engloban las alteraciones óseas congénitas como las alteraciones escafoideas, las sinostosis tarsianas y las verticalizaciones congénitas del astrágalo y también recogen las fracturas y luxaciones, los procesos infecciosos y las hipercorrecciones.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

En segundo lugar, se encuentran las alteraciones neuromusculares. Aquí se engloban las retracciones aquíleas, las lesiones cerebrales y medulares, las miopatías, espasmos y maniobras hipercorrectivas.

En tercer lugar, se encuentran las alteraciones musculo ligamentosas, que engloban las hiperlaxitudes musculo ligamentosas, el pie plano por aumento de peso, por cambios metabólicos asociados o insuficiencias ligamentosas secundarias a hiperelasticidad.

En resumen, conocer la etiología del PPIF brinda una base sólida para un enfoque diagnóstico y terapéutico individualizado. Permite una evaluación precisa, la personalización del tratamiento, la prevención y manejo de complicaciones, así como la educación y orientación del paciente. Esta comprensión profunda de la condición contribuye a una atención más efectiva y mejores resultados para los pacientes con PPI.

1.3.2.4. Pie Plano Infantil Fisiológico y Pie Plano Infantil Patológico.

La controversia en torno al PPI radica en la dificultad para establecer criterios claros para distinguir los límites entre el pie plano fisiológico y el patológico. Para abordar adecuadamente esta cuestión, es necesario definir con precisión las características de la postura típica del pie en cada etapa de desarrollo y utilizar herramientas adecuadas para evaluar la deformidad. Esto permitirá una identificación temprana y un manejo adecuado de las desviaciones del desarrollo típico.

El pie plano fisiológico se considera una variante normal y común en los niños, caracterizado por un aplanamiento temporal de la bóveda plantar. Se espera que los pies de los niños sean más planos que los de los adultos, ya que el desarrollo de la bóveda plantar se produce gradualmente a lo largo de los años. A medida que los niños crecen, se observa que la planitud de los pies disminuye progresivamente. Sin

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

embargo, no hay un consenso claro sobre cuánto aplanamiento es normal en cada etapa de desarrollo y a qué edad se considera que los pies han alcanzado su postura madura. Una opinión clínica sostenida desde hace mucho tiempo es que la postura madura del pie se alcanza entre los 7 y los 10 años de edad (Cappello y Song, 1998; Ford y Scanell, 2017; Morley ,1957; Revenga-Giertych y Bulo-Concellón, 2003; Staheli ,1987).

Figura 5

Pies planos pediátricos



Pie plano pediátrico



Pie pediátrico normal

Nota. Adaptado de *Pie Plano Pediátrico* [Fotografía], por Foot Health Facts, 2022, (<https://www.foothealthfacts.org/conditions/pediatric-flatfoot?lang=es-MX>). CC BY 2.0

En un estudio realizado por Revenga-Giertych y Bulo-Concellón en 2003, se examinaron a 1014 escolares españoles para evaluar el hundimiento del arco plantar interno y el valor de valgo de talón en diferentes edades. Se encontró que estos valores se corrigieron espontáneamente a medida que los niños crecían, y hubo una

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

relación estadísticamente significativa entre el aumento de la edad y la normalización de estos valores.

Por otro lado, el pie plano patológico se refiere a una deformidad anormal del pie que va más allá de los límites esperados para la edad y el desarrollo. Esta condición puede estar asociada con diversos factores, como alteraciones óseas, neuromusculares o musculoligamentosas. El pie plano patológico puede ser sintomático, causando dolor, limitación funcional y dificultades para caminar (Levy, 2003).

Michaud (1996) enumera los siguientes parámetros clásicos de normalidad del complejo pie-tobillo que establece Root (1977):

1. Cuando el individuo descansa en su base normal, la pierna debe ser perpendicular al suelo ($\pm 2^\circ$).
2. Cuando la articulación subtalar se mantiene en su posición neutra y la articulación calcaneocuboidea queda bloqueada, la bisectriz vertical del calcáneo debe ser paralela a la bisectriz vertical de la tibia y el peroné ($\pm 2^\circ$), la cara plantar del antepié debe ser perpendicular a la bisectriz del calcáneo, y las cabezas metatarsales deben descansar en el mismo plano transversal.
3. La parte distal de las cabezas metatarsales deben formar una suave parábola.
4. Las extremidades inferiores deben ser de la misma longitud.
5. Las diferentes articulaciones del miembro inferior y la pelvis deben moverse en unos rangos mínimos de movimiento.
6. La coordinación neuromotora debe estar intacta, y los tejidos periarticulares deben proporcionar amplia información propioceptiva.
7. Los músculos deben poseer adecuada fuerza, resistencia y energía.
8. La arquitectura articular debe proteger de movimientos excesivos y/o anormales.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Los criterios anteriores en este grupo de edad se han ido actualizando y también deberían tener en cuenta otras variables. La tibia vara es considerada por la comunidad científica como fisiológica hasta los dos años de edad. Como esto produce una relación de la tibia respecto a la superficie de apoyo en inversión, el único modo de que la columna medial del pie encuentre el suelo es mediante la pronación del retropié. Las disimetrías en edad de crecimiento también son muy frecuentes, así como la laxitud ligamentosa. La presencia de cualquier patrón torsional fuera de los límites de la normalidad en la población infantil con pie plano debe considerarse como un factor muy importante a tener en cuenta, ya que su alta incidencia se relaciona con pies planos infantiles con una evolución no fisiológica (Pascual Gutiérrez et al., 2009). Por lo cual, los criterios clásicos de valoración de normalidad del miembro inferior establecidos por Root deberían ser replanteados en base al conocimiento basado en la evidencia que actualmente se dispone.

Desde nuestro punto de vista, basado en nuestra experiencia clínica e investigadora, diferenciar entre un pie plano infantil fisiológico y uno patológico puede ser complicado debido a varios factores que identificamos a continuación:

1. Existe una gran variabilidad en el desarrollo: El desarrollo del pie en los niños es un proceso gradual y variable. Durante los primeros años de vida, es común que los niños tengan un arco plantar más plano. Sin embargo, la forma en que se desarrolla el arco y cuándo se considera patológicamente plano puede variar de un niño a otro. Además, la presencia de antecedentes familiares de pie plano puede indicar un componente genético y respaldar la posibilidad de que el pie plano sea fisiológico.

2. Falta de criterios claros: No existe un consenso claro sobre los criterios específicos para definir un pie plano infantil patológico. Los diferentes profesionales

de la salud pueden tener diferentes opiniones y utilizar diferentes herramientas de evaluación, lo que puede llevar a discrepancias en los diagnósticos.

3. Cambios con la edad: Es importante considerar la edad del niño. El grado de planitud del pie puede cambiar con la edad a medida que el niño crece y se desarrolla. En general, se espera que el arco plantar se desarrolle completamente hacia los 7-10 años de edad. Lo que podría considerarse un pie plano patológico en un niño pequeño podría mejorar y corregirse de forma espontánea a medida que el niño crece. Esto dificulta la delimitación precisa entre el pie plano fisiológico y el patológico en diferentes etapas del desarrollo.

4. Evaluación subjetiva: La evaluación del pie plano a menudo se basa en la observación visual y la interpretación subjetiva de características como la forma del arco plantar y la posición del talón. Esto puede llevar a diferentes interpretaciones y diagnósticos según la herramienta elegida, lo que contribuye a la falta de consenso en la delimitación. Además, actualmente, no existe un método de evaluación estándar de oro para clasificar el tipo de pie infantil en un entorno clínico, lo que complica el consenso diagnóstico. En nuestra investigación, se ha considerado el IPP como una herramienta óptima para la valoración del PPI debido a su enfoque tridimensional, su evaluación integral del complejo pie-tobillo, su validez y confiabilidad, la posibilidad de evaluación de múltiples parámetros y su sensibilidad para detectar el pie plano infantil. Su uso proporciona información detallada y precisa que contribuye a una evaluación exhaustiva del pie en la población pediátrica y facilita la toma de decisiones clínicas adecuadas.

5. Comorbilidades y síntomas asociados: Algunos niños con pie plano pueden presentar síntomas o condiciones asociadas, como dolor, dificultades para caminar o deformidades adicionales. Estos casos pueden ser más claros en términos de ser considerados patológicos. Sin embargo, no todos los niños con pie plano patológico

presentarán síntomas o comorbilidades, lo que puede dificultar aún más la delimitación.

En resumen, la controversia en torno al pie plano pediátrico radica en la falta de consenso sobre los criterios para delimitar el pie plano fisiológico y el patológico. Es fundamental establecer definiciones claras y utilizar herramientas adecuadas para identificar y manejar correctamente las desviaciones del desarrollo típico del pie en los niños.

1.3.2.5. Prevalencia y Epidemiología del Pie Plano Infantil.

Debido a que en la literatura actual no existe una definición precisa y universal del pie plano, ni consenso estricto en cuanto a los criterios clínicos para definirlo, la estimación de su prevalencia no es muy acertada y los datos varían ampliamente según diversos autores, siendo en muchos casos meramente orientativos (Khatatbeh y Dabayeb, 2012; Mosca, 2010).

En lo que al pie plano pediátrico respecta, la prevalencia estimada se encuentra enmarcada en una amplia horquilla que oscila entre el 0,6% y el 77,9%, mientras que, en población adulta, ha sido descrita alrededor del 10% (Nilgun et al., 2012; Rome et al., 2010). Hay una mayor incidencia de pies planos en la raza negra que los caucásicos, y estos pies planos, como los de los caucásicos, rara vez causan discapacidad (Bonnet y Baker, 1946; Stewart, 1970).

Morley (1957) evaluó la relación entre el ancho del talón y el arco en las huellas de los niños en la primera década de vida y encontró que casi el 100 % de los niños de 2 años tenían pie plano, mientras que el mismo patrón se observó en solo el 4 % de los niños de 10 años. Aunque él y otros autores (Blount, 1954; Tachdjian, 1985) creían que muchos de estos pies planos en realidad tenían un arco oscurecido por una almohadilla grasa, Gould et al., (1989) y otros (Ozonoff, 1979; Templeton et al., 1965)

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

refutaron la teoría de la almohadilla grasa con evidencia radiográfica de aplanamiento real del arco longitudinal medial.

Existen muchos estudios sobre grupos poblacionales infantiles en los que se clasifica el tipo de huella plantar mediante diversas herramientas diagnósticas. En prácticamente todos los estudios, los grupos de edades más tempranas presentan un alto porcentaje de descenso del ALI (Forriol y Pascual, 1990; Pauk et al., 2012), y en los estudios prospectivos, se demuestra que existe un desarrollo significativo del ALI conforme se va completando la primera década de la vida (Gould et al., 1989).

Posteriormente, otros estudios han investigado la influencia de algunos factores epidemiológicos frecuentemente asociados al desarrollo del PPI. Rao y Joseph (2022), analizaron el impacto del calzado en el desarrollo del pie de 2.300 niños entre 4 y 13 años y observaron que la incidencia de pie plano en el grupo de niños que usaban zapatos era significativamente mayor que en el grupo de niños que no utilizaban calzado.

En el estudio realizado por Villarroya et al., (2007), se analizó la asociación entre el sobrepeso y la obesidad y la estructura del pie en una muestra de 245 escolares españoles mayores de 9 años, partiendo de la hipótesis de que, a esta edad su arco longitudinal medial debe estar prácticamente establecido. Como conclusiones en niños de 9 a 16,5 años, el aumento de masa corporal se relaciona con un menor arco interno. Según este estudio, el arco interno puede no desarrollarse correctamente debido al continuo porte excesivo de masa corporal desde edades tempranas.

En el estudio de Cetin (2012), la prevalencia de pie plano fue menor entre los niños que vivían en áreas rurales y los niños con un valor de IMC bajo y en el estudio de Jara Delgado y Riojas Vera (2018) se encuentra que la actividad física y el pie plano

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

en escolares están asociados de forma estadísticamente significativa con una correlación inversa.

En resumen, tras la revisión de la literatura realizada, la prevalencia del pie plano en rangos de normalidad durante la primera década de la vida es elevada. La epidemiología del PPI muestra una amplia variabilidad en la prevalencia y está influenciada por factores como la edad, el sexo, el IMC, el lugar de residencia, antecedentes familiares, la actividad física y el uso de calzado.

1.3.2.6. Consecuencias del Pie Plano Infantil.

El pie plano supone una lesión primaria del miembro inferior. Como consecuencia, pueden emerger patologías asociadas de diversa índole, tanto a nivel del complejo tobillo-pie, como en articulaciones proximales o en rodilla y cadera con elevada frecuencia. Resulta difícil averiguar si muchas de las patologías asociadas con la hiperpronación en la etapa adulta, están directamente relacionadas con la hiperpronación en la etapa infantil o con el pie plano mantenido durante este intervalo.

La patología puede evolucionar a problemas severos como *hallux valgus* y demás alteraciones de la primera articulación metatarsofalángica, fascitis plantar, metatarsalgias, dolor de espalda, genu valgum, tendinitis aquilea y alteraciones asociadas al tendón de Aquiles, deformidades de los huesos del pie (Panichawit et al., 2015), incremento de la rotación interna tibial y síndrome de estrés tibial medial, dolor en la unión femoropatelar, incremento de la abducción del pie o reducción de la eficiencia de la marcha (Lee y Kim, 2014), el síndrome de fricción de la banda iliotibial (Evans y Rome, 2011) y los cambios en la cinemática del cinturón pélvico (Anderson et al., 2016a; Khatatbeh y Dabayeb, 2012), así como afecciones en la articulación temporomandibular (Cebey, 2016).

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

A nivel muscular, varios estudios muestran que los sujetos con pie plano muestran patrones anormales de contracción en la musculatura del miembro inferior (Lee y Kim, 2014; Ringleb et al., 2007), mayor activación del vasto medial y del abductor del *hallux* que los sujetos sanos durante la marcha. El papel del tibial posterior y de la musculatura intrínseca del pie (específicamente del abductor del *hallux*) como principales estabilizadores dinámicos del arco plantar, ha sido ampliamente demostrado (Kamiya et al., 2012; Lee et al., 2012; Mulligan y Cook, 2013). Varios estudios han evidenciado también, que existe una elevada relación entre un déficit de fuerza de estos grupos musculares y la disminución del arco plantar (Evans y Rome, 2011; Tashiro et al., 2015).

Algunos estudios no han demostrado diferencias entre portadores de pie plano y pies normales respecto a capacidad física, rendimiento deportivo o dolor (Anderson et al., 2016; Bluman et al., 2007; Neal et al., 2014) y otros estudios corroboran la relación entre síndromes de hiperpronación y patología del miembro inferior (Anderson et al., 2016; Bluman et al., 2007; Claessen et al., 2014; Gijón-Noguerón y Fernández-Villarejo, 2015; Golightly et al., 2014; Neal et al., 2014).

A nivel del complejo tobillo-pie, Hidalgo et al., 2014 realizaron un estudio comparando pacientes con disfunción del tendón tibial posterior (DTTP) y un grupo control elegido aleatoriamente mediante resonancia magnética (RM) y estudio radiológico en carga. Como resultados demostraron que la presencia de espólón calcáneo, pico talar, afección del seno del tarso y del ligamento Spring fue más frecuente en el grupo con DTTP, corroborando la asociación entre la lesión de estas estructuras diagnosticada por RM y los signos del pie plano radiológico con DTTP. Golightly et al., 2014 realizaron un estudio observacional en una población de 1,466 participantes, mayores de 50 años de edad con y encontraron que un exceso de pronación del pie está asociado con *hallux valgus*. Además, también se asoció la

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

pronación del pie con la superposición de los dedos cuando existe obesidad concomitante.

A nivel de la pierna, Buldt et al., 2013 realizaron una revisión sistemática con el objetivo de investigar la relación entre la postura del pie y la cinemática de las extremidades inferiores al caminar. En uno de los artículos, en el que compararon la marcha de un grupo de 26 jóvenes con síndrome femoropatelar con un grupo control de 20 participantes, no encontraron asociación entre la pronación del pie y el síndrome femoropatelar.

A nivel de la espalda baja, O'Leary et al., 2013, realizaron una revisión sistemática en la que seleccionaron 19 artículos, su objetivo fue evaluar la literatura pertinente sobre los efectos de las desviaciones de pie y tobillo en dolor lumbar. En ellos comprobaron que existen tasas significativamente más altas de pie plano en personas con dolor lumbar en comparación con el grupo control. Además, evidenciaron que la pronación anormal o excesiva conduce a alteraciones de la estática pélvica. También, que dicha pronación produce disimetrías en miembros inferiores, que conlleva a desequilibrios pélvicos y/o alteraciones lumbosacras.

Respecto a la articulación temporomandibular, un estudio llevado a cabo por Machicao (2011), tuvo como objetivo determinar la relación entre el pie plano y la disfunción temporomandibular en 380 estudiantes de secundaria. La presencia de pie plano en la disfunción temporomandibular representa un poco menos de la mitad (47.56%) de los casos, pero es más alta en relación a los que no tienen esta disfunción. Se demuestra la relación entre el pie plano y la disfunción temporomandibular debido a que el riesgo de los estudiantes con pie plano a tener disfunción temporomandibular es dos veces mayor en relación a los estudiantes que no tienen pie plano.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Respecto al equilibrio, Ali M et al., (2011) investigaron si los pacientes de su estudio con pie plano tienen un equilibrio dinámico más pobre que los sujetos normales o no. Como conclusiones, hubo un equilibrio dinámico más pobre en el grupo de pie plano flexible que en el grupo de control de arco normal en este estudio.

En base a las investigaciones futuras, queda abierta una hipótesis relacionada con la otra parte de investigación que abarca esta tesis, la influencia del IMC sobre el desarrollo del pie infantil. Existe la hipótesis inversa a la estudiada en esta investigación, en la que quizá el aumento de peso en la población infantil sea la consecuencia asociada a un mayor componente de pie plano en mayor o menor medida sintomático, que influya en un menor desarrollo psicomotor del niño o no favorezca la práctica de la actividad física por molestias relacionadas con el pie plano. Será interesante desarrollar líneas futuras de investigación que aporten información relevante a esta cuestión.

1.3.3. Herramientas Diagnósticas para el Pie Plano Infantil

Existen multitud de herramientas diagnósticas en el ámbito de la biomecánica podológica que sirven para orientar el diagnóstico clínico del complejo pie-tobillo. La aplicación de maniobras clínicas, la interpretación de índices, la observación directa o el análisis radiológico permiten estudiar el pie en sus diversos planos. Con el avance de la tecnología, los podoscopios y las pedigrafías se han visto complementados con las plataformas de baropodometría y los sensores de movimiento.

Para la valoración clínica del pie, como herramienta principal se encuentra la inspección visual, donde se incluyen diversas mediciones, maniobras y test que resultan familiares para el podólogo instruido en biomecánica como son el *Single/Doble Heel Rise Test* (maniobra de puntillas), Test de Jack, la valoración de la posición relajada del calcáneo, la altura del navicular y el ángulo de pronación entre los más comunes, así como también la valoración antropométrica como la altura del

escafoides, el ángulo tibio-calcáneo o el ángulo del retropié. La evaluación visual es un método simple de valoración de la alineación y curvatura del pie (Razeghi y Batt, 2002). Pese a que se considera una guía no fiable de la patología por ser subjetiva, y con elevada variabilidad (Hawes et al., 1992; Rose et al., 1985; Stavlas et al., 2005), se ha recogido un consenso del 73,3% en la asignación de los pies a tres grupos, pronado, supinado y neutro, a través de la estimación cualitativa del ALI, la alineación del retropié, y la presencia o ausencia de prominencia astrágalo-navicular (Dahle et al., 1991).

A continuación, también destacan como métodos diagnósticos la evaluación radiográfica con la aplicación de diversos ángulos y los parámetros recogidos de la huella plantar o pedigrafía. Existen multitud de índices aplicables a las pedigrafías, como son el *Arch Index* o índice del arco, el índice del arco modificado, el índice de Hernández-Corvo, el ángulo del arco, el índice de la huella plantar, el índice postural del pie, el índice del arco truncado, el índice de la longitud del arco, el índice de Staheli, el índice de Chippaux-Smirak, etc. (Padilla, 2011).

La literatura científica recoge una gran cantidad de métodos para cuantificar la huella plantar y establecer una clasificación del tipo de pie, pero muchos no están aceptados ni validados (Howard y Briggs, 2006; Razeghi y Batt, 2000) y estas herramientas fueron originalmente diseñadas para el pie adulto principalmente (Volpon, 1994), lo que plantea interrogantes sobre su validez y fiabilidad al aplicarlas exclusivamente en pacientes pediátricos (Elvira et al., 2008). En una revisión sistemática llevada a cabo por Banwell y cols. (2018), que tuvo como objetivo averiguar acerca de los métodos diagnósticos de pie plano más adecuados para la población infantil, se realizaron búsquedas sistemáticas en bases de datos electrónicas (MEDLINE, CINAHL, EMBASE, Cochrane, AMED, SportDiscus, PsycINFO y Web of Science) en busca de estudios empíricos en los que los

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

participantes tuvieran un diagnóstico de pie plano flexible y tuvieran 18 años o menos. Como conclusiones a esta revisión, únicamente tres mediciones se reconocen como válidas y confiables para la evaluación del pie infantil: el Índice Postural del Pie (IPP-6) en niños de 3 a 15 años, el Índice de Staheli en niños de 3 a 9 años y el Índice de Chippaux-Smirak para edades desde los 3 a los 16 años. Esta revisión enfatizó que ninguna otra medición resulta válida para la población pediátrica, y que las tres mencionadas deberían utilizarse preferentemente en la investigación.

Unido al interrogante de la validez de las herramientas para su uso diagnóstico en el paciente infantil, aparece un problema añadido que tiene que ver con la correlación entre los resultados obtenidos al evaluar un mismo pie con diferentes herramientas. En el estudio de Fuentes-Venado y cols. (2020) con 367 niños mexicanos de 3 a 6 años, se procedió al análisis de la huella tanto de manera directa en podoscopio como con la toma de pedigráfica. Se calculó la altura del ALI mediante el ángulo de Clarke (AC), el índice de Staheli (IS), el índice de Chippaux-Smirak (ICS) y el ángulo gamma (Ag). Como resultados obtuvieron que la prevalencia de pie plano utilizando el podoscopio fue del 57,7% pero mediante los ángulos y los índices obtenidos por pedigráfica, la prevalencia fue del 86,9% por IS, del 83,3% por ICS, del 95,9% por AC y del 22,3% por Ag. El Ag fue menos sensible para la detección de pie plano infantil en comparación con el ICS, el IS y el AC.

Como conclusiones de estas investigaciones, la variabilidad de los resultados entre un método y otro llega ser tan cuestionable que el empleo de una sola herramienta de evaluación se presume poco funcional, además de que podrían obtenerse falsos positivos o negativos en la detección de pie plano a esta edad. Actualmente, se siguen publicando estudios que ponen de manifiesto los problemas de correlación entre las herramientas diagnósticas para la población infantil (Gijón-Noguerón et al., 2020;

Hazzaa et al., 2015; Hegazy et al., 2020; Heggannavar et al., 2016; Zuil-Escobar et al., 2016).

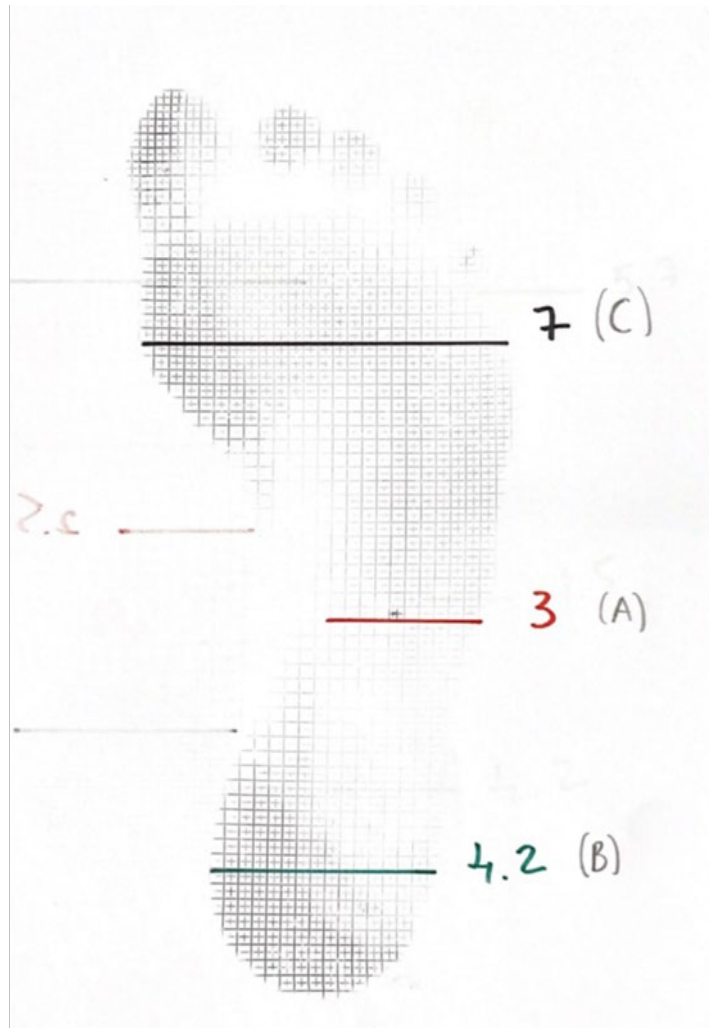
Siguiendo esta misma línea, la realidad en nuestra práctica diaria refleja como algo común la evaluación de un mismo pie con varias herramientas y la obtención de resultados diferentes, lo que conlleva discrepancias diagnósticas importantes. Esto dificulta la fiabilidad de los diagnósticos y condiciona las investigaciones, contribuyendo a la falta de consenso en el campo.

Ante esta realidad problemática, surge el primer objetivo general de esta investigación que pretende evaluar la correlación entre tres herramientas reconocidas en el ámbito de la podología clínica. Para la elección de estas tres herramientas, tras la revisión de la literatura de las últimas décadas, los criterios más utilizados y valorados para el diagnóstico del pie infantil son el índice de Staheli; el índice de Chippaux-Smirak y de manera más reciente, el índice postural del pie, considerados por diversos investigadores como óptimos para la población pediátrica. (Langley et al., 2016; Lee et al., 2015; Onodera et al., 2008; Szczepanowska-Wołowiec et al., 2021; Žukauskas et al., 2021).

Dos de estas herramientas elegidas, denominadas índice de Chippaux-Smirak (1947) e índice de Staheli (1987), se enmarcan dentro de la podología clásica y utilizan las mediciones en las pedigrafías como instrumento para la clasificación del tipo de huella (ver fig. 6), evaluando el pie de manera bidimensional analizando los planos coronal y sagital del pie.

Figura 6

Pedigrafía. Huella de pie en papel sobre pedígrafo entintado. Elaboración propia.



La tercera herramienta elegida, denominada índice postural del pie (Redmond, 2006), se define como una escala de valoración que evalúa la unidad ontogénica del pie-tobillo en sus tres planos. La diferencia principal entre el IPP y las otras dos herramientas diagnósticas propuestas en este trabajo radica en la aportación que el IPP ofrece para la observación directa de los tres planos del pie-tobillo, a diferencia de las pedigrafías que evalúan el tipo de huella exclusivamente desde la bidimensionalidad. Es importante destacar que la arquitectura tridimensional del pie es la que le permite adaptarse a superficies irregulares, absorber impactos y

proporcionar estabilidad en diversas posiciones, por lo que para su correcta evaluación deberían utilizarse herramientas capaces de analizar sus tres ejes.

En nuestra investigación, el IPP es elegido como herramienta de referencia debido a dos apreciaciones importantes. En primer lugar, como se acaba de comentar, la perspectiva triplanar incluye la valoración del plano transversal del pie, lo que permite valorar los rangos de abducción y aducción de la articulación subastragalina, así como cuantificar con mayor precisión los rangos de eversión e inversión calcánea, algo que la pedigráfica no permite analizar. Y, en segundo lugar, su diseño como una escala de valoración de seis ítems añade información que facilita un diagnóstico etiológico más completo desde un punto de vista biomecánico. Conocer la causa o la consecuencia del PPI desde su origen, resulta de suma importancia para elaborar un pronóstico o para instaurar un tratamiento adecuado.

Desde nuestra observación, se considera que toda medición clínica obtenida mediante índices en pedigráfica debe completarse con una exploración visual tridimensional del complejo pie-tobillo adecuada antes de elaborar un diagnóstico definitivo. En esta investigación el IPP se considera una herramienta capaz de evaluar el pie de manera más completa, por lo que es considerada una herramienta óptima para el diagnóstico del PPI y es elegida como prueba de referencia frente al IS e ICS.

A continuación, se explicará la aplicación técnica de los tres índices elegidos en este trabajo.

1.3.3.1. Índice de Chippaux-Smirak.

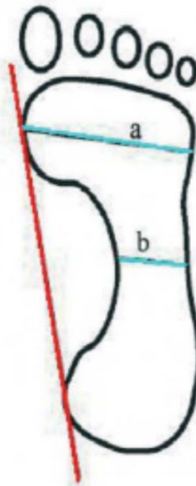
En 1947 Chippaux-Smirak estudió las características de la forma del ALI y sus patologías definiendo un nuevo parámetro denominado el Índice de Chippaux-Smirak (Chippaux, 1948). Para obtener este índice se procede a dividir la zona más estrecha del istmo (b) de la huella entre el valor de una paralela en la zona más ancha del

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

antepié (a) estableciendo una relación entre el mediopié y el antepié. A través del resultado obtenido se clasifica la huella normal cuando los resultados están comprendidos entre 0,30-0,39, huella plana para valores $>0,39$ y huella cava para valores $\leq 0,30$ (Chippaux, 1948).

Figura 7

Índice de Chippaux-Smirak (ICS), b/a



Nota. Adaptado de “Técnica del radiofotopodograma” (p.40), por J. J. R. Salvador, 2011, *Imagen Diagnóstica*, 2(1), 38-42.

La fiabilidad de este índice fue demostrada posteriormente por Smirak a través de un estudio realizado con niños y adolescentes que le permitió establecer este índice 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 (Smirak, 1960).

En 2011, Chen y colaboradores estudiaron 2638 pedigrafías de niños con edades comprendidas entre los 3 y 6 años con el objetivo de analizar el pie plano 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 pedigrafías para el diagnóstico de pie plano, declararon que el ICS tuvo un

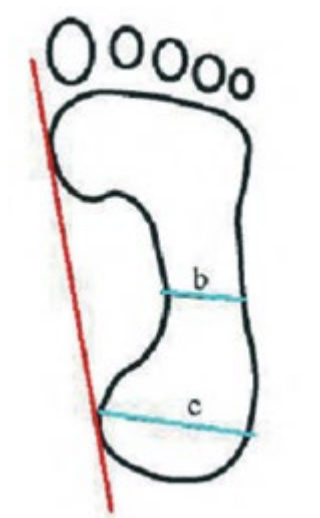
rendimiento excepcional presentando una probabilidad de predicción del pie plano de más del 90% (Chen et al., 2011; Diéguez et al., 2011).

1.3.3.2. Índice de Staheli.

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 más racional para la clasificación del pie plano flexible. 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. El IS se obtiene dividiendo la zona más estrecha del istmo (b) entre el valor de una paralela en la zona más ancha del talón (c) estableciendo una relación entre el mediopié y el talón. A través del resultado obtenido se clasifica la huella normal con resultados comprendidos entre 0.6-0.69, huella plana > 0.69 y huella cava ≤ 0.6 , (Staheli et al., 1987).

Figura 8

Índice de Staheli (IS), b/c



Nota. Adaptado de “Técnica del radiofotopodograma” (p.40), por J. J. R. Salvador, 2011, *Imagen Diagnóstica*, 2(1), 38-42.

Dentro de la investigación, es muy frecuente utilizar tanto el IS como el ICS para evaluar el tipo de huella en la población infantil, no sólo para determinar el grado de pie plano o clasificar el tipo de huella si no también con fines antropométricos. Gracias a las mediciones milimétricas de los anchos del retropié, mediopié y antepié aportadas por estos índices, se pueden establecer comparativas que permiten analizar el pie infantil antropométricamente y compararlo entre diferentes fases del crecimiento, grupos raciales o grupos con diferentes hábitos de calzado o entornos de la marcha más o menos urbanizados (Ashizawa et al., 1997; Bosch et al., 2010; Kouchi, 1998; Kusumoto, 1990; Mauch et al., 2008; Sacco y cols., 2015; Unger y Rosenbaum, 2004)

1.3.3.3. Índice Postural del Pie.

Entre 1998 y 20005, el Dr. Redmond y colaboradores de la Universidad de Leeds, desarrollaron una herramienta múltiple para el análisis y categorización del tipo del pie desde un punto de vista triplanar, mediante la observación y palpación de seis criterios clínicos. Esta herramienta, se denomina *foot posture index* (FPI) o índice postural del pie (IPP). Es un método de valoración científico validado y reconocido internacionalmente, no es invasivo para el paciente, es de bajo coste y aunque sea un sistema de medición del pie en estática, podemos obtener una correlación entre el resultado obtenido y la dinámica. El IPP-6 se utiliza en la actualidad como una herramienta clínica que permite el análisis de la posición del pie clasificándolo en pronado, supinado o normal en función del resultado numérico objetivo, y que en la actualidad está validado para la valoración del comportamiento mecánico del pie adulto e infantil a partir de los 7 años de edad (Keenan et al., 2007).

Para el diseño del IPP, Redmond y colaboradores realizaron una revisión bibliográfica de 119 documentos relacionados con la evaluación clínica de la postura del pie; de esta evaluación se obtuvieron 36 medidas clínicas, potencialmente

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

adecuadas para ser utilizadas en el IPP. Diseñaron una tabla con 36 medidas iniciales y se observaron que las más relevantes eran 8:

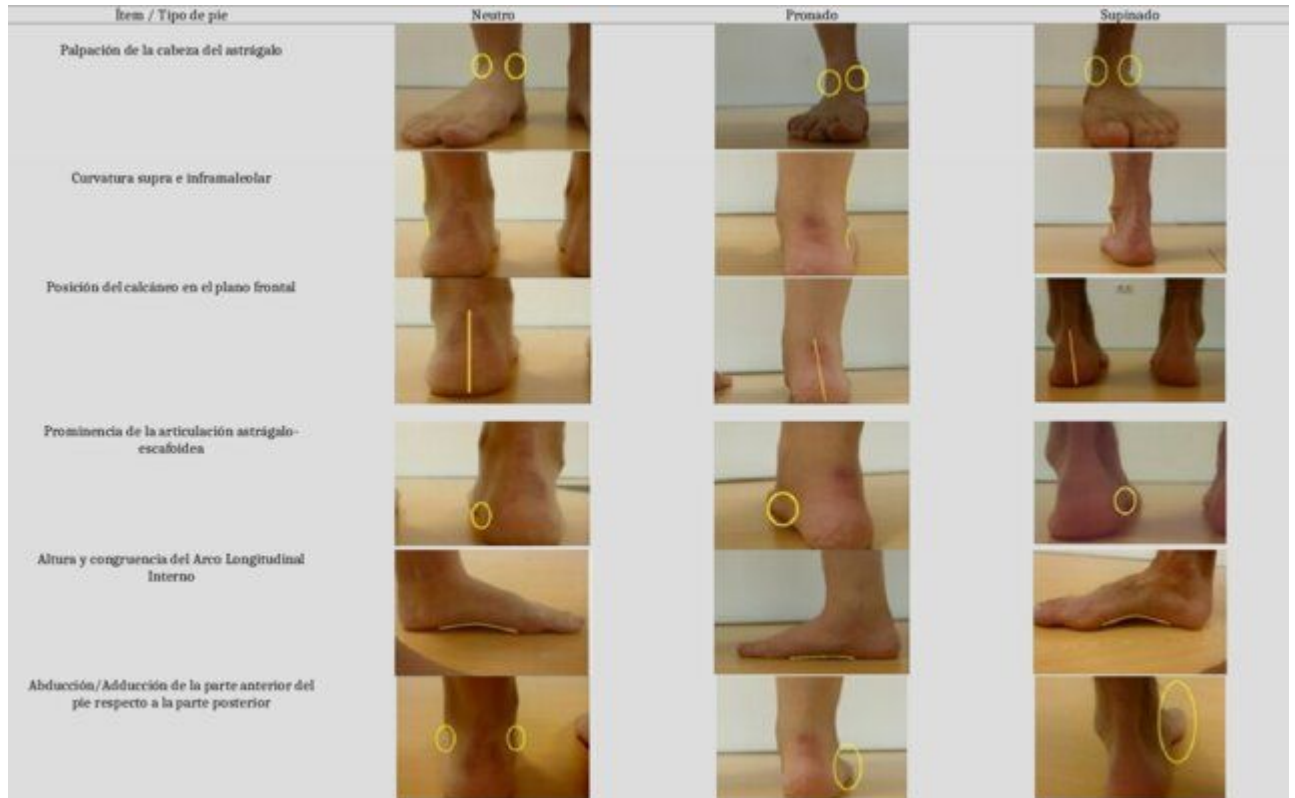
1. Palpación de la cabeza del astrágalo.
2. Curvatura supra e inframaleolar lateral (peroneal).
3. Posición del calcáneo en el plano frontal.
4. Prominencia de la región talo navicular.
5. Congruencia del arco longitudinal interno (ALI).
6. Abducción/ Aducción del antepié respecto al retropie.

Esta herramienta sufrió previamente un proceso de validación quedando eliminados del IPP-8 los dos siguientes ítems:

7. Congruencia del borde lateral del pie.
8. El signo de Helbing (curva del tendón de Aquiles).

Figura 9

Diferenciación de los ítems del Índice Postural del Pie-6 en función del tipo de pie



Nota. Adaptado de “El Índice de Postura del Pie: revisión de la literatura “(p.379), por J. Algaba del Castillo et al.,2018, Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 12(4).

En 2005, Redmond et al., publican bajo el título “*Foot Posture Index, six item version, user guide and manual*”, una guía detallada de la herramienta diagnóstica, fundamental para su correcta aplicación. En 2011, Abad et al., publican su trabajo titulado “*El índice postural del pie. Análisis y revisión*”, una versión en español en la que se explica cómo realizar la medición de los 6 ítems del IPP6, que resulta de gran ayuda en la práctica clínica.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Partiendo de unas tablas de anotación diseñadas por Redmond et al., (ver anexo 1), el método de puntuación de cada ítem es sencillo, con una calificación comprendida entre -2 a +2, puntuación “cero” a las observaciones neutras, con valores positivos a las posturas pronadas y con valores negativos a las supinadas. Al combinar los resultados de cada uno de los 6 ítems se obtiene una puntuación que abarca de -12 a + 12. Un valor positivo global nos indicará una postura, claramente pronada y un valor negativo, global, una postura supinada. Es importante tener en cuenta que, si existen dudas sobre la puntuación a dar aun criterio concreto, se optará por el valor más conservador entre el que se dude. La suma del valor total de cada pie proporcionará el índice global de dichos pies, obteniéndose la siguiente clasificación:

- **Entre 0-5:** Pie Neutro.

- **>5:** Pie Pronado.

- **<5:** Pie Supinado.

El IPP se desarrolló para abordar la necesidad de una herramienta clínica válida que mida la postura del pie en múltiples planos y segmentos anatómicos. No pretende reemplazar los estudios dinámicos, que siguen siendo los ideales, sino proporcionar una alternativa más válida a las medidas clínicas estáticas existentes cuando los estudios de laboratorio no son factibles (del Castillo et al., 2019) .

El desarrollo del IPP-6 se ha llevado a cabo de manera estructurada, informado por la literatura y el instrumento se ha adaptado para garantizar la validez de los componentes y la utilidad clínica apropiadas (Redmond et al., 2006). El IPP, tanto en su versión borrador como en la versión final de seis ítems, ha sido sometido a un minucioso proceso de validación. En varias evaluaciones independientes de confiabilidad, el IPP ha demostrado ser adecuadamente confiable en diversos

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

entornos clínicos (coeficientes de correlación intraclase = 0,62–0,91) (Evans et al., 2003, Noakes y Payne, 2003, Yates y White, 2004). La versión final de seis elementos del IPP incluye solo aquellos componentes que pasaron un proceso de validación exhaustivo y se recomienda suspender el uso de la versión de ocho elementos del IPP informada anteriormente.

Inicialmente, el IPP se desarrolló para el diagnóstico principal del pie adulto. Con el paso de los años, diversos estudios empezaron a usar esta herramienta también para el diagnóstico del pie infantil. En el estudio titulado “Correlación del IPP con la presión plantar y las mediciones radiográficas en el pie pediátrico” llevado a cabo por Lee y cols. en 2015, se evaluaron las correlaciones entre el IPP, las mediciones radiográficas y la presión plantar y se determinó si el IPP representa las características del pie plano pediátrico y si podría usarse como una herramienta clínica simple para cuantificar la postura del pie infantil. Los resultados mostraron una correlación positiva tanto para las presiones plantares como para las mediciones radiográficas, sugiriendo que el IPP es una herramienta útil para evaluar el pie plano pediátrico.

En otro estudio llevado a cabo por Cho y cols. en 2019 y titulado “La relación entre el IPP y la posición relajada del calcáneo en reposo en estudiantes de primaria”, se inscribieron en este estudio 208 estudiantes de primaria. El ángulo de la posición relajada del calcáneo en reposo y la puntuación del índice de postura del pie mostraron una correlación moderada en el análisis de correlación. Por lo tanto, según este estudio tanto el índice de postural del pie, con una validez y confiabilidad comprobadas, así como la posición de la postura del calcáneo en reposo pueden usarse como importantes herramientas de evaluación biomecánica para los pies infantiles en entornos clínicos.

Uno de los hándicaps más comúnmente encontrados en el ámbito clínico de las mediciones en podología, tiene que ver con el grado de fiabilidad y concordancia a la

hora de obtener mediciones antropométricas e interpretaciones biomecánicas de un mismo pie entre varios observadores. En la práctica clínica, es común que el diagnóstico del paciente se comparta entre un equipo de médicos y, por lo tanto, es vital que cualquier herramienta utilizada en la evaluación del niño sea repetible entre diferentes observadores. El IPP cuenta con estudios que corroboran su buena concordancia inter e intraevaluador (Cornwall et al., 2008; Martínez et al., 2019; Morrison y Ferrari, 2009; Oleksy et al., 2010; Terada et al., 2014; Wang et al., 2023).

1.3.4. La Obesidad en la Infancia

Para completar el marco teórico de este trabajo, se considera necesario consultar la bibliografía actual sobre la situación del sobrepeso y obesidad infantiles en España y en el mundo, así como realizar una revisión de la literatura sobre la relación del sobrepeso y obesidad infantiles respecto al PPI, objetivo general de nuestra investigación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece la definición de sobrepeso y la obesidad como “una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud”. El sobrepeso y la obesidad alcanzan dimensiones pandémicas en la actualidad, a pesar de que anteriormente se consideraban un problema asociado a países con ingresos altos, en la actualidad suponen también un problema para países con ingresos medios y bajos (OMS, 2017). El problema posee una magnitud mundial, aunque sería un error afirmar que el comportamiento epidemiológico de la obesidad infantil es el mismo en todos los países ya que las diferencias en la estructura demográfica, cultura, economía, sistemas educativos y de salud, así como la legislación propia de cada país influyen en su prevalencia, haciendo que esta pueda ser muy diferente, incluso en países relativamente cercanos (Anderson et al., 2019).

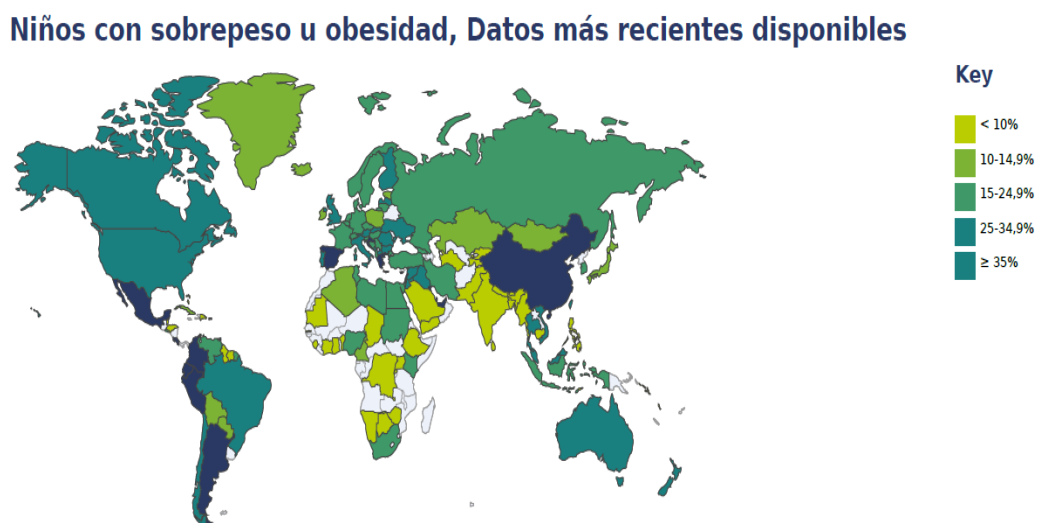
PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

En 2016 más de 1900 millones de personas adultas presentaban sobrepeso en el mundo, lo que corresponde al 39% de la población. De este porcentaje más de 650 millones eran personas obesas (OMS, 2020). En niños y adolescentes de 5 a 19 años, la prevalencia de sobrepeso y obesidad a nivel mundial ha aumentado significativamente, aumentando del 4% en 1975 a más del 18% en 2016. Además, cabe recalcar que, a nivel global, 41 millones de niños menores de cinco años padecían sobrepeso o eran obesos (OMS, 2020).

En Europa se ha estimado que aproximadamente el 25% de los escolares presenta exceso de peso. España, Malta, Italia, Reino Unido y Grecia presentan las frecuencias más altas (Aranceta, Gianzo y Pérez, 2020). Según los datos obtenidos del informe anual de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) realizada en España en 2017, la obesidad en la población española continúa en un modo creciente. Así, el 17,4% de la población adulta se enmarcaba dentro de los parámetros indicadores de obesidad, habiéndose multiplicado por 2,4 la prevalencia desde 1987, que entonces se situaba en el 7,4% (Crespo Rodríguez et al., 2022).

Figura 10

Mapa mundial indicador de niños con sobrepeso u obesidad



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Nota. Adaptado de Mapa mundial de la obesidad infantil [fotografía], por World Obesity Federation, 2022, (<https://www.worldobesity.org/membersarea/global-atlas-on-childhood-obesity>). CC BY 2.0

Existen, en función de la edad, diferentes métodos para determinar qué es un peso corporal saludable. El parámetro más utilizado para diagnosticar sobrepeso y obesidad en población adulta es el índice de masa corporal (IMC), que se estima como el cociente entre el peso en kilogramos y la talla en metros al cuadrado. Así, se define sobrepeso cuando el IMC es mayor o igual a 25, y obesidad cuando el IMC es mayor o igual a 30. En la población infantil, también se usa el IMC como herramienta para determinar el sobrepeso y la obesidad. Sin embargo, no hay un criterio universalmente aceptado para identificar los valores de normalidad por lo que la definición de sobrepeso y obesidad está vinculada a su relación con el riesgo de desarrollar enfermedades, y esta relación resulta difícil de identificar en la población infantil.

A raíz de este problema, la dificultad consiste en decidir qué tablas o gráficas deben utilizarse como patrón de referencia. Esto es determinante, ya que un niño con un IMC, sexo y edad concreto, puede llegar a ser clasificado como obeso o no en función de la referencia utilizada. Como planteamiento general, se admite que las curvas internacionales facilitan la comparabilidad de los estudios epidemiológicos y las curvas nacionales se adaptan mejor a las posibles diferencias regionales desde el punto de vista del cribado diagnóstico. Así, en estudios de prevalencia, son las referencias del *International Obesity Task Force (IOTF)* y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) las consideradas de elección para los estudios epidemiológicos de descripción y comparación de poblaciones. Sin embargo, estudios realizados sobre la utilización de estos criterios y su correlación con otros indicadores de grasa corporal indican que no deben ser utilizados para el diagnóstico clínico, debido a su menor sensibilidad en la definición de obesidad, recomendándose en este caso el manejo de

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

referencias nacionales, siendo las tablas publicadas por la Fundación Faustino Orbegozo, las de uso más extendido en España (Rueda de Castro et al., 2017).

Las curvas y tablas procedentes de estudios longitudinales son las adecuadas para realizar el seguimiento individual de un paciente o un niño sano, y están orientadas al uso clínico para la monitorización del crecimiento infantil. En España, se han venido utilizando las tablas de crecimiento de la Fundación Orbegozo, basadas en un estudio del crecimiento realizado a un grupo de niños y niñas españoles, en los que se llevaron a cabo mediciones cada seis meses, a lo largo de 18 años (Sobradillo et al., 2004).

Las referencias obtenidas a partir de estudios poblacionales transversales son útiles, sobre todo, para hacer la primera o única observación de un niño o grupo de niños y para comparar los datos con otras poblaciones. Por tanto, desde el punto de vista epidemiológico, serían más adecuados como referencia los datos de IMC obtenidos a partir de estudios transversales. El *International Obesity Task Force (IOTF)* se define como una herramienta estandarizada para la evaluación del IMC en poblaciones pediátricas a nivel internacional. Los puntos de corte propuestos por la IOTF relacionan los valores de IMC correspondientes la sobrepeso y obesidad en el adulto con los valores percentilares en niños, con la finalidad de establecer puntos de corte pediátricos (Kaufer-Horwitz y Toussaint, 2008).

A partir de la década de los 2000 en la mayoría de estudios europeos se empezaron a utilizar las tablas de referencia del IOTF (Rueda de Castro et al., 2017) Las tablas están basadas en datos de diferentes países de todo el mundo y tienen como objetivo proporcionar una herramienta estandarizada para la evaluación del IMC en poblaciones pediátricas a nivel internacional. Al abarcar una amplia diversidad de poblaciones, pueden ser útiles en contextos más globales.

Así las cosas, debe considerarse el uso de un tipo u otro de referencias en función del propósito del estudio, es decir, si nos planteamos estudiar la evolución de cada niño en particular de manera diagnóstica o si se pretende llevar a cabo estudios poblacionales en un momento determinado, siendo en este último escenario donde se enmarca el otro objetivo general de nuestra investigación, determinar la relación entre el IMC y el PPI en los escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

1.3.4.1. La Obesidad Infantil en España.

A comienzos del siglo XXI, el estudio enKid permitió investigar la magnitud del problema de sobrepeso y algunos de sus factores determinantes. El estudio enKid fue un estudio transversal realizado sobre una muestra aleatoria de la población española de 3.534 individuos correspondientes a 85 poblaciones seleccionadas, con edades comprendidas entre 2 y 24 años, en base al censo oficial de población (Serra Majem et al., 2003). Siguiendo los criterios del IOTF, se estimó una prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en España del 24,5% y 6,2% respectivamente, estimándose 20 años después, en 2020, una prevalencia de sobrepeso del 30,1% y de obesidad del 10,3% (Aranceta, Gianzo y Pérez, 2020).

Tras la Conferencia Ministerial Europea contra la Obesidad, la Región Europea de la OMS impulsó en 2007 la Iniciativa COSI para la vigilancia de la obesidad infantil en Europa (*Who european Childhood Obesity Surveillance Initiative*). Su objetivo trata de conseguir que todos los Estados Miembros tengan un sistema armonizado de vigilancia de la obesidad infantil. Para ello, se estableció una metodología común (diseño, trabajo de campo, protocolos de toma de datos, etc.) que facilitara la comparabilidad de la información en el tiempo y entre los diferentes países, y que por lo tanto mejorase la evaluación de las políticas y medidas llevadas a cabo. Concretamente en España, la prevalencia de obesidad alcanzaba a más de uno de

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

cada diez menores entre 2 y 17 años en 2017, observándose una tendencia creciente desde la Encuesta del año 2003 (ENS, 2017).

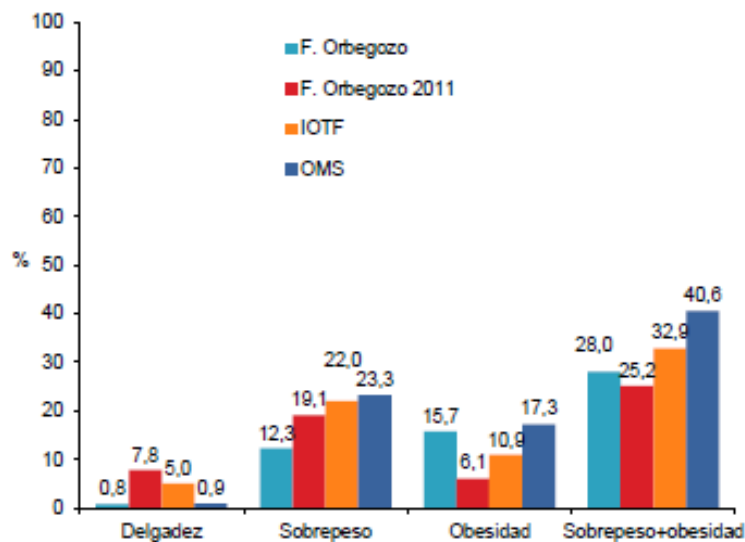
En el informe *“The heavy burden of obesity”* de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019) se recogen los datos de prevalencia de sobrepeso y obesidad de 52 países, ordenados en rankings de mayor a menor prevalencia. Entre esos países se encuentra incluido España que, para el sobrepeso y la obesidad de población de 5 a 19 años, ocupa el puesto 12º con una prevalencia del 23,8% y, si sólo se consideran países de la Unión Europea, España pasa a ocupar la 3ª posición, después de Grecia e Italia (OCDE, 2019)

El Estudio de ALimentación, Actividad física, Desarrollo INfantil y Obesidad en España (ALADINO 2019) es un estudio descriptivo transversal de las medidas antropométricas obtenidas por medición directa y de factores asociados obtenidos mediante cuestionarios en una muestra aleatoria de 16.665 escolares de 276 Centros de Educación Primaria, representativa de la población escolar de 6 a 9 años residente en España. Según los datos aportados por el estudio ALADINO en 2019, el 32,9 % de los escolares presentaban exceso de peso, el 22 % sobrepeso y el 10,9 % obesidad bajo el criterio IOTF, siendo la obesidad más prevalente en los niños y el sobrepeso en las niñas, y aumentando ambos con la edad. El exceso de peso fue más prevalente en los escolares con hábitos menos saludables de alimentación y actividad física, y en las familias con menor nivel socioeconómico (García-Solano et al., 2021).

En la Figura 11 se pueden observar las diferencias de la distribución de la delgadez, sobrepeso y obesidad según los criterios más utilizados (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2020).

Figura 11

Prevalencia de delgadez, sobrepeso y obesidad en función del criterio (Fundación Orbegozo, IOTF y OMS)

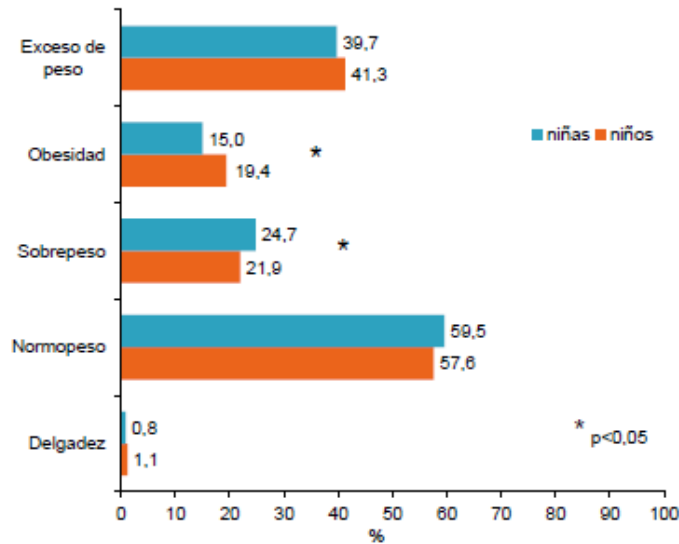


Nota. Adaptado de *Estudio ALADINO 2019: Estudio sobre Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España*, por Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2020, Ministerio de Consumo.

Por sexos, se observó una mayor prevalencia de sobrepeso en niñas, mientras que la prevalencia de obesidad fue significativamente mayor en niños (Figura 12), (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2020).

Figura 12

Prevalencia de sobrepeso, obesidad y exceso de peso según los estándares de la OMS en función del sexo



Nota. Adaptado del *Estudio ALADINO 2019: Estudio sobre Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España*, por Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2020, Ministerio de Consumo.

En enero de 2023, se publican los resultados del Estudio PASOS 2022 de la *Gasol Foundation*. Este estudio corresponde a la Segunda edición del estudio PASOS sobre los estilos de vida y el estado de salud de la población española de 8 a 16 años. El primer estudio PASOS se publicó en 2019. Para este informe de resultados se han evaluado un total de 2.892 niños, niñas y adolescentes de 223 centros educativos españoles de las 17 CC. AA. Una red de 14 grupos de investigación integrada por 72 investigadores/as han realizado la recogida de datos de marzo de 2022 a enero de 2023. Los principales resultados del estudio confirman que en España hay una prevalencia de exceso de peso infantil muy elevada que alcanza el 33,4 % de la población infantil y adolescente. Concretamente en España, 1 de cada 3 menores de

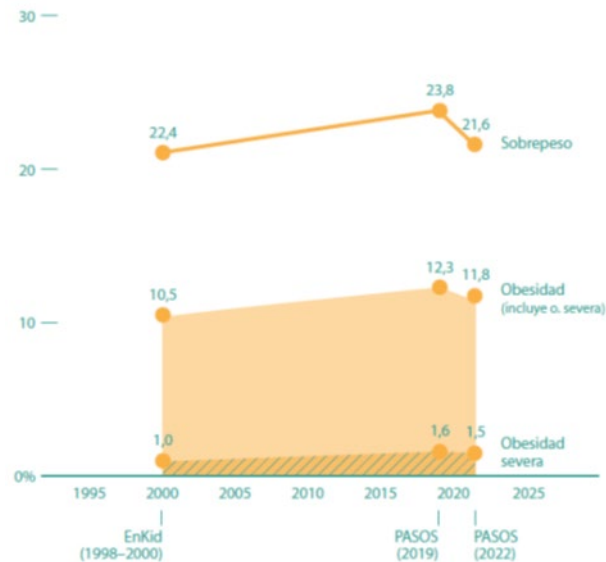
PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

entre 8 y 16 años presenta sobrepeso u obesidad. La prevalencia de exceso de peso en España es mayor para el género masculino, la población de menor edad y la evaluada en centros educativos situados en una sección censal con una menor renta media por persona y año. Se observa una cierta tendencia decreciente sobre todo para el sobrepeso, pero también, aunque más sutil, para la obesidad. Existe preocupación sobre que la menor tasa de participación en PASOS 2022 respecto a PASOS 2019 pueda estar relacionada con el creciente estigma alrededor del peso y que este haga que los/las participantes con exceso de peso declinen participar. Este fenómeno podría estar introduciendo sesgos en los resultados y una infraestimación del exceso de peso infantil para los estudios que recogen datos a través de los centros educativos. En la siguiente figura, se recoge la tendencia del sobrepeso y obesidad infantiles en España desde los resultados del primer estudio enKid de 1998-2000.

Como se puede observar en la figura 13, entre el año 1998-2000 y el año 2019 la prevalencia de sobrepeso muestra una cierta tendencia al alza ya que pasa del 22,4 % al 23,8 %, mientras que se disminuye en el periodo de 2019 a 2022. Se observa una tendencia similar para la prevalencia de obesidad, ya que muestra una tendencia creciente entre el año 1998-2000 y el 2019 pasando del 10,5 % al 12,3 % y una disminución de 2019 a 2022 de un 0,5 %. Para la obesidad severa, la prevalencia crece del 1 % al 1,6 % en el periodo de 1998-2000 al 2019 y dicho incremento se estabiliza en el periodo de 2019 a 2022 ya que disminuye únicamente en un 0,1 %, (Gasol Foundation, 2019).

Figura 13

Evolución de la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil entre los años 1998-2000, 2019 y 2022.



Nota. Adaptado de informe del Estudio PASOS 2019 sobre la actividad física, los estilos de vida y la obesidad de la población española de 8 a 16 años por la Gasol Foundation, 2019.

En España, según el estudio ENSE de 2017 sobre obesidad infantil, se observa que las comunidades autónomas con mayor porcentaje de escolares obesos son Ceuta, Andalucía, Murcia, Cataluña y Comunidad Valenciana. Por otro lado, las comunidades autónomas con menor porcentaje de escolares obesos son Navarra, Cantabria y Aragón, siendo Zaragoza la capital de esta última Comunidad Autónoma donde pertenece la muestra de escolares estudiados en nuestra investigación.

Navarra tiene la menor tasa global de sobrepeso y obesidad infantil de España y es una de las regiones con menor tasa de pobreza y una mayor inversión en sanidad (tercera comunidad que más destina a este apartado). Aunque cuenta con pocos

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

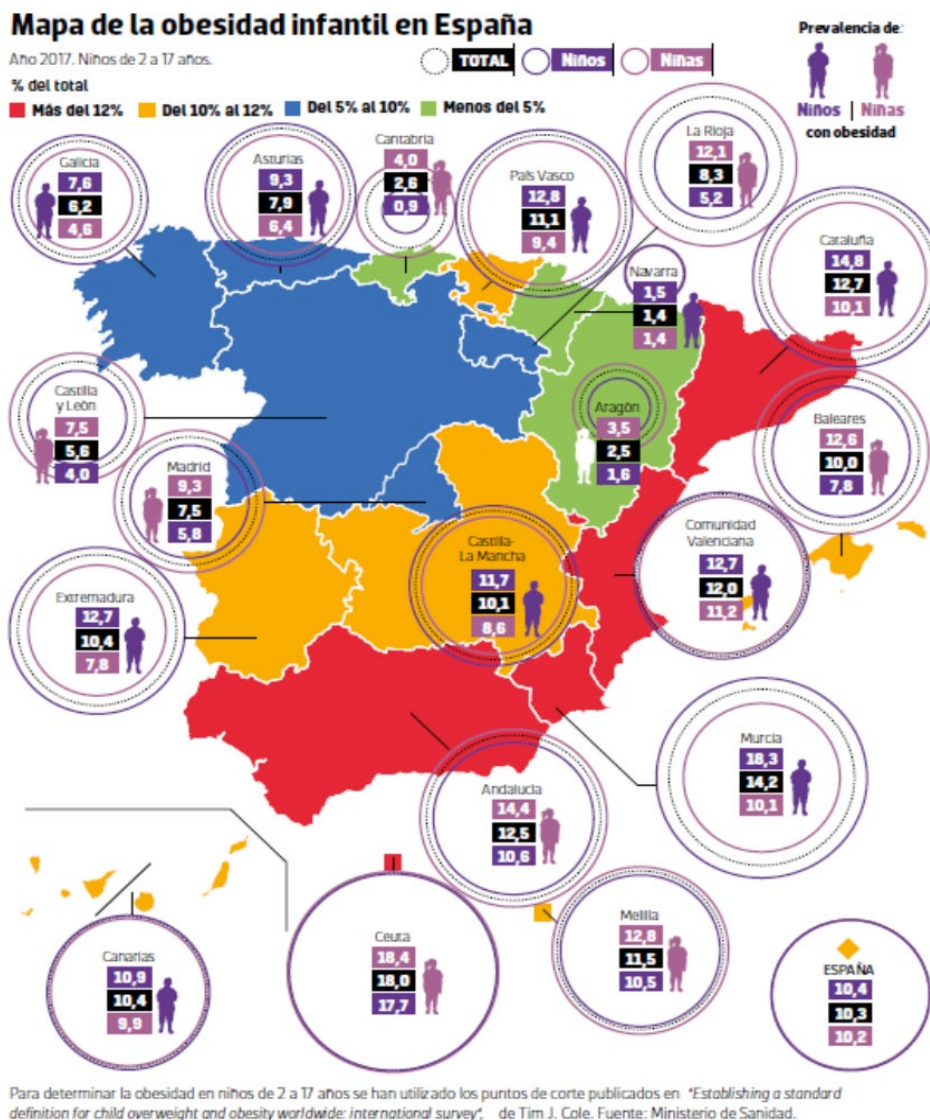
pediatras por cada 1.000 menores, es la región con mayor número de dietistas-nutricionistas por habitante.

Aragón ocupa el segundo puesto en el ranking de menor tasa global de sobrepeso y obesidad en España. Destaca por dedicar más horas a la Educación Física en Primaria y tener una mayor inversión en deporte. También cuenta con un buen número de instalaciones deportivas y colegios con caminos escolares, además de una población joven que pasa menos tiempo frente a pantallas (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Nota técnica. Principales resultados ENSE, 2017).

Estos datos resaltan la importancia de considerar factores socioeconómicos, la inversión en sanidad y la promoción de hábitos saludables para abordar el problema de la obesidad infantil en diferentes comunidades autónomas de España.

Figura 14

Mapa de la obesidad infantil por comunidades autónomas españolas



Nota. Adaptado de "Obesidad Infantil" (p. 30), por Revista Consumer, 2022, 40.

1.3.4.2. Relación de la Obesidad Infantil con el Pie Plano Infantil.

Cuando se habla de obesidad y crecimiento en el ámbito pediátrico, es frecuente escuchar que los niños con IMCs elevados presentan una mayor tendencia a tener los pies planos, ya que la bóveda del pie está sometida a un mayor peso y por tanto el arco del pie tiende a aplanarse. A nivel investigador es frecuente encontrar trabajos

que estudian el tipo de asociación existente entre el sobrepeso y obesidad infantiles con el pie plano infantil. Siguiendo esta línea, el segundo objetivo general de este trabajo pretende analizar si existe relación entre el IMC y el PPI de la muestra estudiada. A continuación, se presentan una revisión de la literatura que incluye algunos estudios que incluyen muestras poblacionales infantiles de diferentes partes del mundo estudiadas durante las últimas dos décadas en las que se investiga la influencia que puede tener un IMC elevado sobre el pie infantil.

En 2000, Riddiford-Harland et al., realizaron un estudio sobre una muestra de 431 escolares de primaria australianos. Se seleccionaron 62 niños obesos y 62 no obesos. Se midió altura y peso para calcular el IMC. A continuación, se tomaron las huellas utilizando un podógrafo para calcular el ángulo de la huella y el ICS. Las puntuaciones del ICS fueron significativamente diferentes tanto para el pie izquierdo como para el derecho entre los dos grupos de sujetos, donde se observó una puntuación mayor para los sujetos obesos evidente. Como conclusiones en este trabajo, el exceso de masa corporal parece tener un efecto significativo en la estructura del pie de los niños preadolescentes, por lo que los niños obesos muestran características estructurales del pie que pueden convertirse en síntomas problemáticos si continúa el aumento excesivo de peso.

En 2009, Villarroya et al., realizaron un estudio en España para evaluar los tipos de arco del pie de 58 niños y adolescentes obesos de entre 9 y 16,5 años utilizando medidas ICS y mediciones del ángulo de la huella mediante radiografías, comparándolas con un grupo de 58 niños no obesos. La comparación entre ambos grupos por sexo, mostró una disminución del ángulo de la huella y un aumento del ICS en sujetos obesos, diagnóstico compatible con pie plano morfológico. Los parámetros radiográficos respaldaron estos hallazgos y los valores medios se

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

asociaron con una caída del arco en el grupo de obesos respecto al grupo de no obesos.

En 2013, Ezema et al., realizaron un estudio transversal en Nigeria que involucró a 474 estudiantes de escuelas primarias públicas (253 niñas y 221 niños) de 6 y 10 años. El diagnóstico de pie plano se realizó mediante el IS. El número de escolares diagnosticados con pie plano fue de 106, lo que se traduce en una tasa de prevalencia del 22,4%. Los niños varones presentaron el doble de probabilidades de verse afectados por el pie plano que las niñas. Los escolares obesos tenían tres veces y media más probabilidades de tener pie plano en comparación con los de peso normal. En resumen, aproximadamente uno de cada cinco niños de escuelas primarias públicas de 6 a 10 años fue diagnosticado de pie plano, y la obesidad aumentaba aún más el riesgo.

En 2015, Saldívar-Cerón et al., estudiaron una muestra de 1128 escolares mexicanos. Les realizaron una serie de medidas antropométricas y calcularon el IMC de la muestra. Para la evaluación de los grados de pie plano utilizaron la clasificación de Denis mediante pedigrafía y determinaron una asociación significativa entre escolares que presentaban pie plano y obesidad.

En 2016, Mueller et al., realizaron un estudio similar con 7575 escolares en Alemania. Su objetivo fue examinar el efecto de la masa corporal en escolares con peso normal, con sobrepeso y obesos de 1 a 12 años sobre las características de distribución de la presión plantar durante la marcha, realizando pedigrafías y mediciones del Índice del arco plantar entre otras. Como resultados en su investigación, informaron que el exceso de masa corporal mostró una reducción del índice del arco del pie y una carga general más alta que impacta especialmente en el área del mediopié de manera desproporcionada. Su estudio afirmó que el sobrepeso y la obesidad no son compensados por el sistema musculoesquelético y ya afectan a

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

los pies de los niños de uno y dos años y que el pie plano infantil detectado se acentúa progresivamente con la edad. Como conclusión añadida, los autores de este estudio afirmaron que, para evitar una carga excesiva del pie con un riesgo potencial de incomodidad o dolor en la infancia, deben desarrollarse y validarse estrategias de prevención para los niños con un índice de masa corporal elevado.

En 2019, Vangara et al., llevaron a cabo un estudio transversal en India con una muestra de 360 escolares de 3 a 15 años pertenecientes a una etnia tribal en un área rural con pocos recursos, donde la mayoría de escolares sólo llevan calzado en el colegio y pasan el resto del día descalzos. Diagnosticaron el pie mediante el IS y valoraron el IMC de toda la muestra. Tanto niños como niñas mostraron pies normales y una correlación muy baja respecto al IMC.

En 2019, Alshaymi et al., llevaron a cabo un estudio sobre 403 escolares de Arabia Saudita con el objetivo de determinar la prevalencia del pie plano entre una muestra de 7 a 14 años y conocer el efecto de la edad, el género y el índice de masa corporal en la prevalencia del pie plano. El pie plano se diagnosticó mediante el IS. La prevalencia de pie plano fue del 29,5%. Se encontró que la edad tiene una relación significativa con el tipo de pie, donde el grupo de 7 a 8 años obtuvo la calificación más alta entre otros grupos de edad en la categoría de pie plano, mientras que el de 13 a 14 años fue mayor en la categoría de pie normal. El género, la clasificación según el IMC, la participación en deportes y el antecedente de dolor en el pie después de la actividad física no mostraron una relación significativa con el pie plano.

Evans et al., 2015, en su investigación "La relación entre la postura del pie pediátrico y el índice de masa corporal: ¿los niños más pesados realmente tienen pies más planos?". Tuvo como objetivo explorar más a fondo la relación entre la postura del pie de los niños y la masa corporal, utilizando el IPP en una población de 728 escolares. En la población de estudio se encontraron pies planos en 290 escolares

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

(40%) y pies no planos en 438 escolares (60%). Mientras que 272 (37%) sujetos de la muestra tenían sobrepeso, sólo 74 (10,1%) de ellos tenían pies planos. Este estudio no encontró ninguna asociación entre el aumento de la masa corporal y el pie plano en los niños. Si bien las propiedades del IPP y el IMC son limitantes, estos hallazgos cuestionan la preocupación sobre la influencia del aumento de la masa corporal sobre la postura del pie plano infantil, y en este estudio también se cuestiona la validez de la huella frente a las medidas de la postura del pie basadas en la anatomía global del pie.

Gijón-Noguerón et al., 2017, en su trabajo titulado “Sobrepeso, obesidad y postura de los pies en niños: un estudio transversal”, tuvo como objetivo examinar la relación entre la obesidad y la postura del pie mediante el IPP en un grupo de 1798 escolares españoles entre 6 y 12 años. En sus resultados no hubo diferencias significativas entre las categorías del IMC y el IPP en los diferentes grupos de edad. Su investigación concluyó que en los escolares de entre 6 y 12 años, la masa corporal no parece tener una influencia importante en la postura estática del pie. Además, los autores determinaron que las variables sexo y edad tienen escasa importancia para determinar la postura del pie en los niños.

Jiménez et al., 2017, investigaron en una muestra de 150 niños asintomáticos (79 niños y 71 niñas) de 8 a 13 años de la provincia de Málaga (España), la relación del peso, talla, IMC respecto al IPP en posición bípeda, estática y relajada. De los 150 pies examinados, ninguno tenía valores del IPP muy supinados o muy pronados, dos estaban supinados (1,3%), 76 neutros (50,7%) y 72 pronados (48,0%). Ni la edad ni el IMC explicaron las variaciones del IPP.

De Carvalho et al., 2017. En su investigación “La influencia del sexo y el índice de masa corporal en la postura del pie evaluada por el FPI-6 en escolares de 10 a 14 años en San Paulo, Brasil: un estudio transversal”. Tuvo como objetivo evaluar la

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

postura del pie en un grupo de 1394 escolares de 10 a 14 años según edad, sexo e IMC. Cada pie se evaluó según los criterios del FPI-6. Se calculó el IMC por sexo y edad. Los niños tuvieron puntuaciones más altas en el FPI-6 que las niñas para el pie derecho, y el grupo con valores normales de IMC obtuvo puntuaciones más altas que el grupo obeso. El grupo con sobrepeso y obesidad puntuó más bajo que el grupo de IMC normal. En general, los pies en este estudio se clasificaron como normales, con tendencia a la pronación, particularmente en los niños. Por lo tanto, un IMC más alto la muestra estudiada en esta investigación no es indicativo de un tipo de pie en pronación.

En 2018, Martínez-Nova et al., realizaron un estudio en España con una muestra de 1032 niños sanos (505 niños, 527 niñas; de 5 a 11 años de edad) para el IPP y la evaluación antropométrica (peso, talla, IMC). La evaluación se repitió cuando los niños tenían entre 8 y 14 años, siendo esta la primera investigación prospectiva que evalúa la evolución natural de la postura del pie pediátrico durante un período de tres años, en una muestra grande de niños sanos sin la influencia de ningún tratamiento ortopédico o físico, utilizando una herramienta de evaluación validada. Como conclusiones, las puntuaciones del IPP se redujeron significativamente después de tres años. Este estudio prospectivo de la postura del pie de los niños confirma un cambio detectable con el aumento de la edad, hacia un tipo de pie más neutral. Simultáneamente, también se confirmó la reducción de los tipos de pie tanto en pronación como en alta pronación, y no se relacionó con la modificación del IMC.

Solves Ros et al., 2019, en su investigación "Relación del Índice de masa corporal elevado asociado a la postura del pie y la actividad deportiva en la edad pediátrica". España. Tuvo como objetivo establecer el tipo de pie y IMC que predomina en la edad pediátrica, partiendo de una muestra de 31 sujetos de 8 años de edad. Se analizó el IPP y el IMC y también se analizó la actividad deportiva y la frecuencia con la que se

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

realizaba además de valorar si llevaban tratamiento ortopodológico. El 50% de la muestra presenta pies pronados. El IMC es mayor en el sexo masculino, siendo el 30% de los sujetos los que presentan sobrepeso y el 12% de la muestra obesidad. No se puede concluir que los pacientes con un IMC elevado predispongán a tener un tipo de pie u otro. La actividad deportiva y la frecuencia con la que se realiza disminuyen el IMC de los sujetos, siendo ésta una estrategia de prevención efectiva contra la obesidad infantil.

Mbaka et al., 2021, en su investigación "Influencia del IMC en la alineación de la postura del pie en la marcha en reposo de niños de 10 a 18 años en la metrópoli de Lagos". Nigeria. Tuvo como objetivo determinar la influencia del IMC en la alineación de la postura del pie según el IPP en un grupo de 518 escolares. Como resultados principales, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre el IMC y el PPI. La distribución de la alineación de la postura del pie izquierdo según el IPP indica que, en general, el 82,13% de los niños y el 84,40% de las niñas mostraron una alineación normal del pie, mientras que el 10,64% y el 9,22% de los estudiantes masculinos y femeninos, respectivamente, confirmaron una ligera pronación del pie mientras que el 7,23% de los estudiantes varones y el 6,38% de las estudiantes mujeres mostraron pies ligeramente supinados. Este estudio muestra que el IMC no influye en el IPP en la marcha en reposo. La alta incidencia de IMC bajos entre la población de estudiantes podría ser un reflejo del bajo nivel socioeconómico de muchas familias.

Rufach (2021), realizó una investigación en 138 escolares españoles con el objetivo de identificar la influencia del IMC en la postura del pie, mediante el IPP. Como resultados de su investigación se obtuvo que no existe ninguna relación entre el IPP y el IMC, aunque sí se han podido relacionar dos ítems específicos del IPP denominados "Arco longitudinal medial" e "Inversión/eversión del calcáneo" con el IMC de manera débil.

Tras el análisis de la búsqueda bibliográfica presentada, se observa que hay una tendencia generalizada a vincular IMCs elevados con pie plano infantil en estudios que utilizan pedigráficas como métodos para la clasificación del tipo de pie, frente a los resultados opuestos que muestran las investigaciones más recientes que utilizan el IPP como herramienta diagnóstica. Podría considerarse la hipótesis de que la herramienta elegida para clasificar el pie sí que influye a la hora de establecer una relación directa con el IMC. Para futuros trabajos de investigación, sería interesante considerar también otra hipótesis inversa a la estudiada en este trabajo, donde los escolares afectados con pie plano podrían desarrollar IMCs más elevados a largo plazo, por dolor asociado durante la práctica deportiva, disminución de la coordinación, mayor número de lesiones, menor capacidad de adaptación a las irregularidades del terreno, etc.; Además, la variabilidad entre los resultados de estudios con grupos de edades similares quizá pueda deberse a las diferencias étnicas, culturales y antropométricas de las muestras estudiadas.

2. HIPÓTESIS

2.1. Hipótesis Generales

1. Existe una buena correlación el Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como prueba de referencia el Índice Postural del Pie entre los escolares de primaria del colegio San Agustín de Zaragoza.
2. Existe relación significativa entre el estado ponderal y la postura del pie entre los escolares de primaria del colegio San Agustín de Zaragoza.
3. Existe relación significativa entre el estado ponderal y la postura del pie entre los escolares de primaria del colegio San Agustín de Zaragoza según sexo.

2.2. Hipótesis Nulas.

2. No existe una buena correlación entre el índice de Staheli y el índice de Chippaux-Smirak respecto al índice postural del pie en la muestra estudiada.
3. No Existe relación significativa entre el estado ponderal y la postura del pie entre los escolares de primaria del colegio San Agustín de Zaragoza.
4. No existe relación significativa entre el estado ponderal y la postura del pie entre los escolares de primaria del colegio San Agustín de Zaragoza según sexo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos Generales.

1. Evaluar la correlación del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como referencia el Índice Postural del Pie en los escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.
2. Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie en la muestra de escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

3.2. Objetivos Específicos.

1. Evaluar las diferencias existentes entre el estado ponderal según sexo.
2. Evaluar las diferencias existentes en la postura del pie según sexo.
3. Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie según sexo.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de Investigación

Para la confirmación de las hipótesis descritas previamente en esta investigación, se diseñó un estudio que se clasifica según Argimon et al., 2010, como sigue a continuación:

- Según la finalidad del estudio, se trata de un estudio descriptivo pues los datos son utilizados con finalidades puramente descriptivas.

- Según la secuencia temporal, se trata de un estudio transversal, porque las observaciones se llevaron a cabo en un único momento del tiempo en cada individuo de la muestra.

- Según el control de asignación de los factores del estudio, se trata de un estudio observacional ya que el factor de estudio no se controla por el investigador y la naturaleza de las variables no se modifica.

- Según el inicio del estudio en relación a la cronología de los hechos, se trata de un estudio prospectivo.

- Según la tendencia del estudio, esta se clasifica como cuantitativa.

4.2. Ámbito de la Investigación

La investigación se llevó a cabo en el colegio de educación primaria San Agustín de la ciudad de Zaragoza, en el curso 2020/2021 durante el periodo lectivo del 10 al 21 de febrero de 2021.

4.3. Población y Muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra, se tomó como referencia el número de escolares de primaria matriculados en la ciudad de Zaragoza en el curso 2020-21, facilitado por el departamento de educación del Gobierno de Aragón. Siendo $N=55336$ y aplicando la fórmula para el cálculo muestral se obtiene una muestra $n=382$, según

una heterogeneidad del 50%, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Teniendo en cuenta la cifra anterior, para esta investigación se llaman a estudio al total de 391 escolares de 5 a 12 años matriculados en primaria del Colegio San Agustín de Zaragoza durante el curso 2020/2021. La población a estudiar se compone de escolares de ambos sexos matriculados en primaria en dicho colegio, con autorización por parte de los padres o tutores. Previo contacto y aprobación por el comité directivo del centro escolar, debido a las restricciones llevadas a cabo por la COVID19, se propuso un mecanismo de comunicación digital usando la plataforma de comunicación implantada por el colegio (anillo digital docente). Los padres/madres/tutores se encuentran familiarizados con dicho mecanismo de comunicación y se aprovechó esta vía para hacerles llegar el documento de consentimiento informado, así como el protocolo de actuación (ver anexo 2). Se aprovechó el registro digital para llevar a cabo la firma de la autorización vía telemática.

Para elegir a los escolares que formarán parte del estudio, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Escolares matriculados en el centro educativo, con autorización firmada por parte de sus padres/madres/tutores.
- Escolares que acepten voluntariamente participar en el estudio.
- Escolares de primaria con edad comprendida entre los 5 y los 12 años.

Criterios de exclusión:

- Escolares sin autorización debidamente cumplimentada o sin predisposición a participar en la investigación.
- Escolares que usen ortesis del miembro inferior (férulas, plantillas, correctores, zapatos especiales).

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

-Escolares con patología del miembro inferior (amputaciones, fracturas, déficits motores y neurológicos como parálisis infantil o enfermedades neurodegenerativas).

Teniendo en cuenta la aplicación de dichos criterios, el número final de candidatos que componen la muestra fue de 296 escolares. Cabe recalcar la situación especial que transcurrió debido a la pandemia. Independientemente de los criterios de inclusión y exclusión arriba mencionados, algunos padres/madres/tutores declinaron la invitación a participar en el estudio por evitar posibles riesgos asociados a la COVID19. Otros escolares, a pesar de tener la autorización firmada, no pudieron participar en el estudio debido a que durante la temporada de recolección de datos justamente permanecían en casa debido al protocolo aplicado para los contagios. A pesar de lo complejo de la situación, gracias a la buena disposición del centro educativo que mostró una capacidad organizativa excelente, se pudo llevar a cabo el protocolo del estudio de manera segura para todos y exitosa ya que obtuvimos alrededor del 77% de participación.

4.4. Variables e Instrumentos de Recolección de Datos

Las variables que se llevaron a estudio fueron recogidas mediante tres estaciones en las que previamente se instruyó adecuadamente a un grupo de 4 colaboradores durante una sesión práctica previa. En esta sesión, se les informó del tipo de investigación que se quería llevar a cabo y se les instruyó adecuadamente mediante ejemplos prácticos para evitar errores no intencionados, así como para coordinar la toma de datos. La recogida de datos se llevó a cabo durante el horario escolar del alumnado, en sus instalaciones. Se dispuso de un aula de dimensiones adecuadas, que cumplió con los requisitos de distancia interpersonal y ventilación correctas. En todo momento se siguió el protocolo COVID19 instaurado por el centro. La duración de recogida de los datos por escolar se estimó en diez minutos, con su vestimenta habitual. Los escolares fueron identificados previamente en sus clases con una

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

pegatina donde figuraba una combinación de letras y números que correspondían a su curso y clase y número de lista, en vez de su nombre y apellidos, para garantizar su anonimato ante los observadores.

Se preparó una hoja de recogida de datos para cada tipo de estación y una hoja Excel para el posterior volcado de todos los datos (ver anexo 3). El alumnado fue pasando por tres estaciones de toma de medidas, y se procedió como sigue:

Estación número 1:

- Toma de mediciones: Número de escolar, sexo y edad, peso en kilos y talla en metros.

- Instrumental necesario: Báscula OMRON HN300T2 y tallímetro SECA.

- Acciones a ejecutar: Anotación de sexo femenino o masculino. Anotación de curso y edad actual. A continuación, el escolar se descalzará, se posicionará en posición erguida y relajada, con talones juntos y pegados a la pared, hombros equilibrados, mirada al frente y ambos brazos sueltos. Se procederá a la obtención de la altura en metros y su anotación en la hoja de registro.

A continuación, el escolar subirá descalzo a la báscula, en posición erguida y mirando al frente y permaneciendo quieto durante al menos cinco segundos. Se obtendrá el peso en kilogramos y se anotará en la hoja de registro, para el cálculo posterior del IMC en la hoja Excel.

Estación número 2:

- Toma de mediciones: Índice Chippaux – Smirak, índice de Staheli.

- Instrumental necesario: Silla y pedígrafo, hojas de pedigrafía, tinta china, alcohol y papel. Regla y rotulador rojo.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

- Acciones a ejecutar: Anotación del número de escolar. El escolar permanecerá sentado en una silla ergonómica para su altura, mientras se prepara el pedígrafo, se carga de tinta y hoja de pedigrafía. Para la toma de huella, el pedígrafo debe situarse justo debajo de la planta del pie derecho en primer lugar, sin contactar. A continuación, una vez nos aseguremos de que está bien situado, se le pide al escolar que se levante de manera natural, como si fuera a pisar el suelo, pero en esta ocasión pisará la membrana del pedígrafo, que al estar entintada por su parte interior dejará impresa la huella del pie del escolar. Se repite el procedimiento con el pie izquierdo. Posteriormente, se obtiene la medición del ICS/IS. Se cumplimenta la hoja Excel con los valores para el pie izquierdo y derecho.

Estación número 3:

- Toma de mediciones: Índice Postural del Pie.

- Instrumental necesario: Superficie lisa encuadrada de un metro cuadrado (puede ser el suelo).

- Acciones a ejecutar: En esta estación sólo puede participar un podólogo experimentado. En este caso el 100% de los datos son recogidos por la doctoranda. Se procede a la anotación del número del escolar. El escolar permanecerá de pie, postura erguida, mirando al frente, hombros relajados, con ambos pies dentro del recuadro, en una posición fisiológica que le resulte cómoda. Se procederá a valorar los seis ítems del IPP, primero del pie derecho y después del pie izquierdo. Se anotan todas las puntuaciones en la hoja de registro y se obtiene el total. Se anota el tipo de pie. Posteriormente se pasan los datos a la hoja Excel.

Tabla 1

Clasificación de las variables de la investigación

Tipo de Variable	Variabl e del estudio	Definición operacional	Indicador	Valor final
Cuantitati va continua	Edad	Número de años cumplidos según fecha de nacimiento	Años cumplidos	Edad en años
	Índice de Masa Corporal (IMC) Según IOTF	Resultado de la división entre el peso corporal en kilogramos y la estatura en bipedestación en metros al cuadrado del niño/a. El resultado informa sobre el estado nutricional.	Relación del peso respecto a la talla	Bajo peso: 17-18,49 kg/m ² Normopeso: 18,5-24,90 kg/m ² Sobrepeso: 25-29,90 kg/m ² Obesidad: 30-34,90 kg/m ²
	Índice de Chippaux-Smirak (ICS)	Resultado de la división de la zona más estrecha del mediopié (A) entre el valor de una paralela en la zona más ancha del antepié (C)	Relación de A respecto a C en plantigrafía	Pie normal=0,30-0,39 Pie plano > = 0,45

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

		(ICS= A/C)		
Cuantitativa continua	Índice de Staheli (IS)	Resultado de la división de la zona más estrecha del mediopié (A) entre el valor de una paralela en la zona más ancha del talón (B) (IS= A/B)	Relación de A respecto a B en plantigrafía	
Cualitativa nominal	Género	Condición orgánica que distingue al ser humano en dos grupos: Masculino o femenino	Características sexuales determinadas desde el nacimiento	Masculino Femenino
Cuantitativa discreta	Índice Postural del Pie (IPP)	Ítems a puntuar: Rango de valores: -2 a +2 1. Palpación de la cabeza del astrágalo. 2. Curvatura supra e infra-maleolar lateral (peroneal). 3. Posición del calcáneo en el plano frontal.	La suma del valor total de cada pie proporcionará el índice global del pie.	0-5: Pie Neutro >5: Pie Pronado. <5: Pie Supinado.

		<p>4.Prominencia de la región talonavicular.</p> <p>5.Congruencia del arco longitudinal interno (ALI).</p> <p>6.Abducción/ Aducción del antepié respecto al retropié.</p>		
--	--	---	--	--

4.5. Plan de Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos se recopilaron en el programa informático Microsoft Office Excel. El análisis estadístico se llevó a cabo por medio de un experto en estadística. Para el procesamiento de los datos, se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 22. Para el análisis descriptivo se calculó la frecuencia (n) y % para los valores cualitativos. Para los valores cuantitativos, se calcularon los valores medios, la desviación típica, mínimo, máximo y percentiles correspondientes. El nivel de confianza para el análisis inferencial es del 95%, el p-valor experimental se compara con un nivel de significación del 5%. Para la obtención del IMC se utilizó la herramienta desarrollada por Sánchez Delgado y cols. (2020) para categorizar a niños y adolescentes en estados ponderales específicamente por edad y sexo según la *World Obesity Federation*. Dicha herramienta contiene una hoja de cálculo que calcula de forma automática el índice de masa corporal de hasta 2000 niños entre los 2 y los 18 años de edad. Además, utilizando los puntos de corte específicos de edad y sexo de la *World Obesity Federation- IOTF*, a partir de los datos de edad, sexo, peso y altura, la hoja de cálculo puede determinar el estado de peso de cada niño en 8 categorías: bajo peso grado 3, bajo peso grado 2, bajo peso grado 1, normopeso, sobrepeso, obesidad grado 1, obesidad grado 2 y obesidad grado 3.

4.6. Aspectos éticos

Esta investigación consta con el dictamen favorable emitido el 10/02/2021, C.P. - C.I. PI21/022, Acta N.º 03/2021 por el Comité de Ética de Investigación Clínica de Aragón, siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica (ver anexo 4). En este apartado, según la naturaleza del estudio, se deben considerar y justificar los siguientes puntos:

- **Balance riesgo/beneficio:** Por el tipo de estudio y procedimiento no invasivo a la hora de la recolección de datos, se considera una investigación con un bajo riesgo. Por el tipo de estudio y la correlación de datos que se esperan obtener, la información obtenida podrá considerarse de utilidad en materia de prevención y salud pública.

- **Medidas para minimizar los daños previstos:** No se estimaron.

- **Otras implicaciones para el participante o su familia:** No se estimaron.

-**Para el reclutamiento del alumnado:** No se usó la relación profesor-alumno de manera directa o indirecta. Se hizo uso del anillo digital docente del centro escolar sólo para informar de la actividad y en el tablón de anuncios informativo se expuso el carácter voluntario de la participación en el proyecto. El documento de información para el paciente fue descargable e imprimible a través de la plataforma digital del alumnado, y se dejaron varias copias impresas en secretaría para aquellos que la necesitaron. La Hoja Informativa y el Documento de Consentimiento para la participación del alumno se entregó en papel y se recogió posteriormente en clase firmado por ambos padres/madres/tutores.

- **Respecto al tratamiento de los datos personales:** Se propuso trabajar con códigos que representan a los escolares y que sólo los tutores conocían, aprovechando la dinámica de trabajo actual que opera en el Colegio San Agustín. El

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

tutor se encargó de recoger las autorizaciones, de agrupar a los escolares que decidieron participar y el día de la recogida de mediciones, yo como investigadora, empecé a custodiar la toma de datos y mediciones del alumnado en formato papel, si bien en ningún momento ni yo ni mis colaboradores conocimos el nombre ni apellido de ninguno de los escolares ya que estaban codificados. Las autorizaciones afirmativas, así como los datos derivados de las mediciones son custodiados solamente por la investigadora Doña Lidia Martínez de Sus, bajo llave hasta el final del estudio en su fichero clínico dado de alta según el registro en la AEPD con número de registro 169125/2016 y fecha 30 de abril de 2016 al que sólo tiene acceso la investigadora como titular en su Clínica de Podología Podoestudio, sita en Calle La Paz, 25, Primero Derecha. 50008, Zaragoza. Cuando termine dicho estudio, se procederá a la destrucción de dichas autorizaciones y mediciones mediante trituradora de papel.

5. RESULTADOS

5.1. Análisis de las características de la muestra

A continuación, se incluye el análisis descriptivo y gráfico de las principales variables objeto de estudio de esta investigación, así como la prueba de normalidad de las variables cuantitativas.

Tabla 2

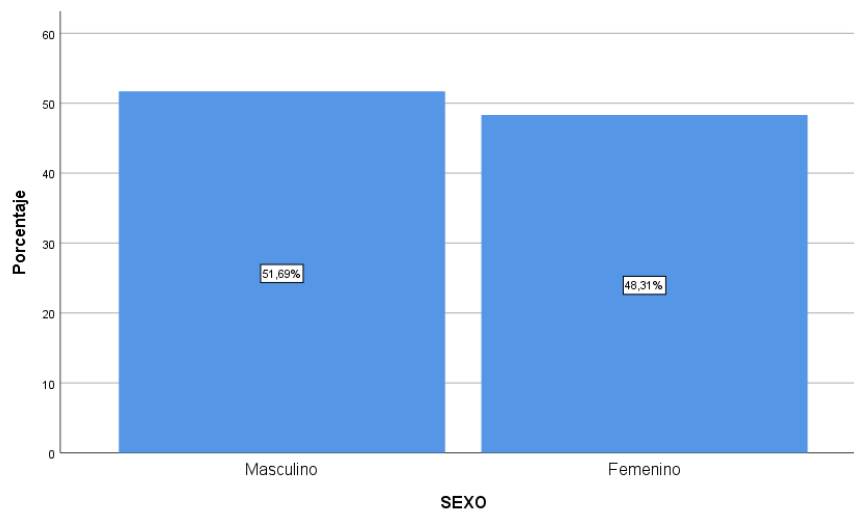
Características de la muestra respecto al sexo de los escolares

SEXO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Masculino	153	51,7	51,7	51,7
Femenino	143	48,3	48,3	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 1

Porcentajes de distribución de la muestra según el sexo de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

La tabla y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo al sexo. De la muestra formada por 296 escolares, la mayor parte de la muestra corresponde al sexo masculino con un 51,69% (n=153), correspondiendo el 48,31% (n=143) restante al sexo femenino.

Tabla 3

Características de la muestra respecto a la edad de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
EDAD	Media	8,5270	,09666	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,3368	
		Límite superior	8,7173	
	Media recortada al 5%	8,5038		
	Mediana	8,0000		
	Varianza	2,765		
	Desv. Desviación	1,66294		
	Mínimo	6,00		
	Máximo	12,00		
	Rango	6,00		
	Rango intercuartil	3,00		
	Asimetría	,204	,142	
	Curtosis	-,982	,282	

Tabla 4

Pruebas de normalidad de la muestra respecto a la edad de los escolares

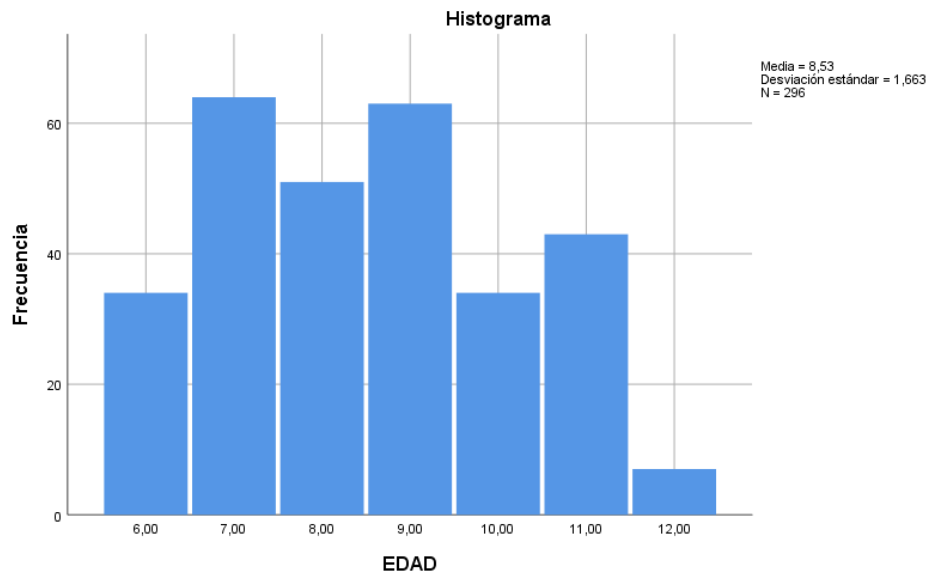
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EDA D	,152	296	,000	,931	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 2

Porcentajes de distribución de la muestra según la edad de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo a la edad. La media de edad de la muestra formada por 296 escolares es de 8,53, y la desviación estándar es de 1,663. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable de la edad sí tiene una distribución normal.

Tabla 5

Características de la muestra respecto al peso de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
PESO	Media	33,4412	,53038	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	32,3974	
		Límite superior	34,4850	
	Media recortada al 5%	32,8119		
	Mediana	31,8000		
	Varianza	83,265		
	Desv. Desviación	9,12498		
	Mínimo	18,90		
	Máximo	64,70		
	Rango	45,80		
	Rango intercuartil	11,65		
	Asimetría	,958	,142	
	Curtosis	,713	,282	

Tabla 6

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al peso de los escolares

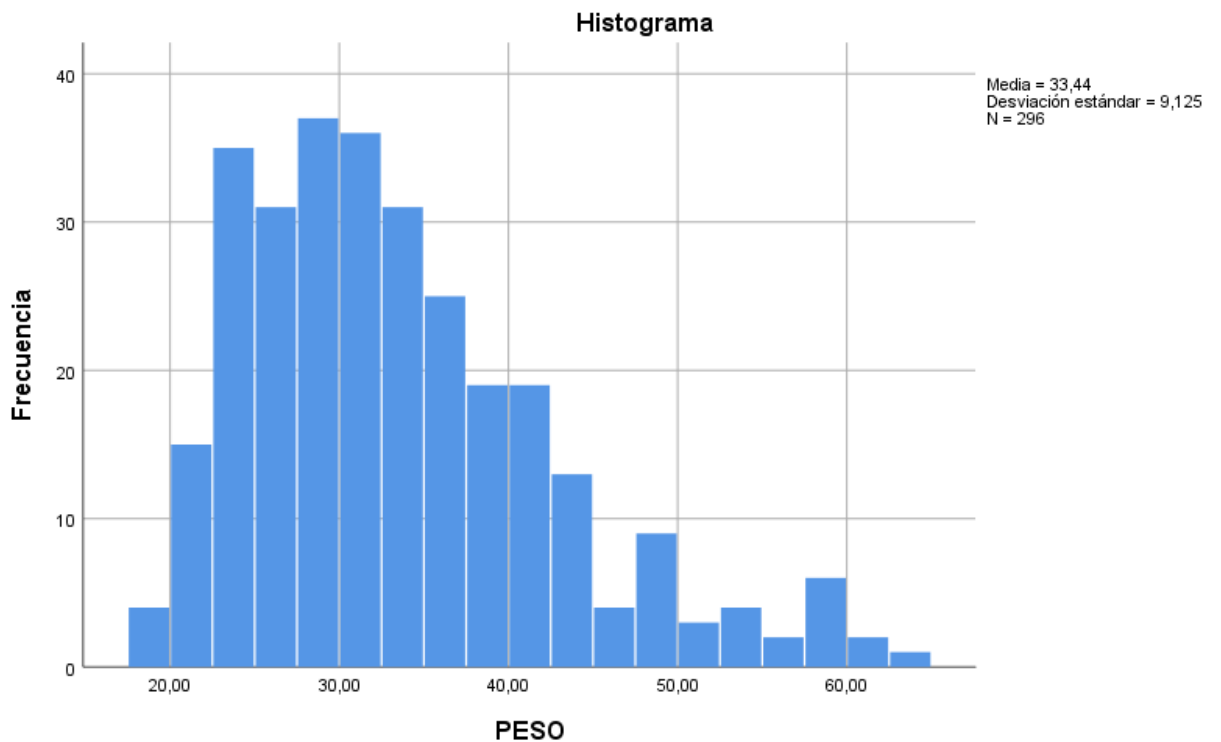
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PESO	,084	296	,000	,936	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 3

Porcentajes de distribución de la muestra según el peso de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el peso. La media de peso de la muestra formada por 296 escolares es de 33,44, y la

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

desviación estándar es de 9,125. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del peso sí tiene una distribución normal.

Tabla 7

Características de la muestra respecto a la estatura de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
ESTATURA	Media	1,3490	,00650	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,3362	
		Límite superior	1,3618	
	Media recortada al 5%	1,3469		
	Mediana	1,3400		
	Varianza	,013		
	Desv. Desviación	,11189		
	Mínimo	1,12		
	Máximo	1,68		
	Rango	,56		
	Rango intercuartil	,17		
	Asimetría	,304	,142	
	Curtosis	-,559	,282	

Tabla 8

Pruebas de normalidad de la muestra respecto a la estatura de los escolares

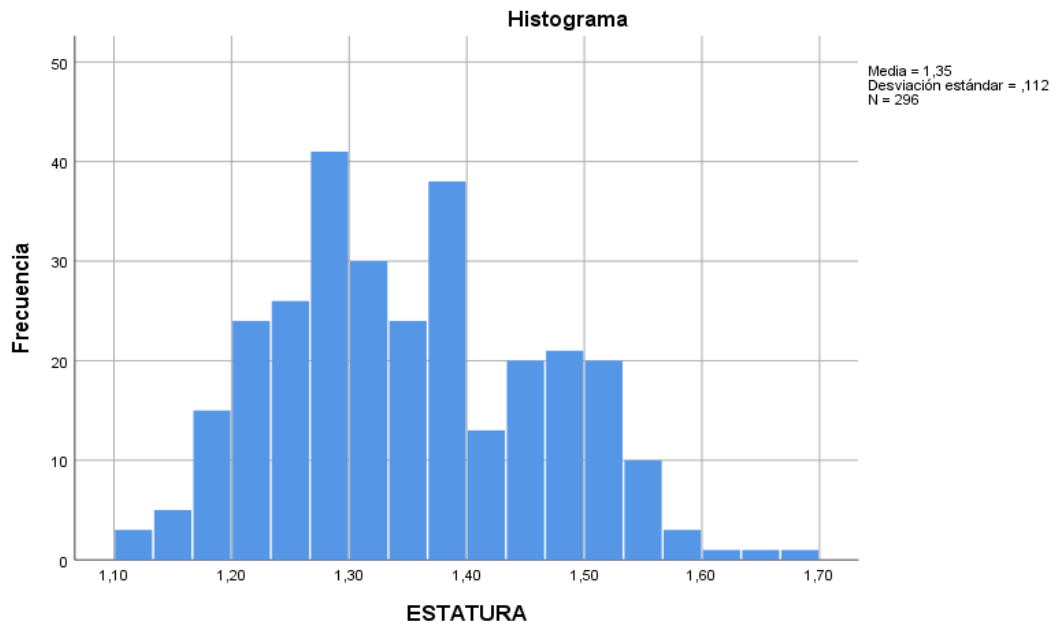
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESTATURA	,070	296	,001	,982	296	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 4

Porcentajes de distribución de la muestra según la estatura de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con la estatura. La media de estatura de la muestra formada por 296 escolares es de 135 cm, y la desviación estándar es de 0,112. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable de la estatura sí tiene una distribución normal.

Tabla 9

Características de la muestra respecto al Índice de Masa Corporal (IMC) de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
IMC	Media	18,1016	,16189	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	17,7830	
		Límite superior	18,4203	
	Media recortada al 5%	17,9313		
	Mediana	17,5602		
	Varianza	7,758		
	Desv. Desviación	2,78533		
	Mínimo	12,87		
	Máximo	28,76		
	Rango	15,89		
	Rango intercuartil	3,51		
	Asimetría	,945	,142	
	Curtosis	,713	,282	

Tabla 10

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IMC de los escolares

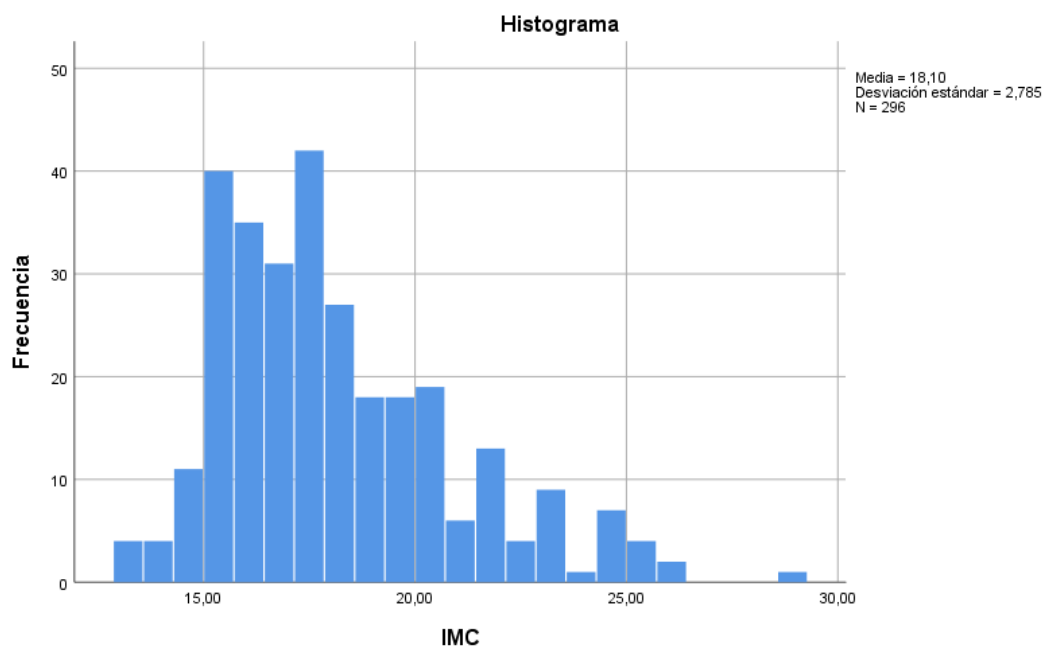
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IMC	,108	296	,000	,940	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 5

Porcentajes de distribución de la muestra según IMC de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el IMC. La media del IMC de la muestra formada por 296 escolares es de 18,10, y la desviación estándar es de 2,785. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del IMC sí tiene una distribución normal. La mayor parte de la muestra (66,6%) presenta un IMC normal ($n=197$), seguidos del 23,6% de la muestra que presenta sobrepeso ($n=70$), el 7,4% presenta obesidad ($n=22$) y el 2,4% delgadez ($n=7$).

Tabla 11

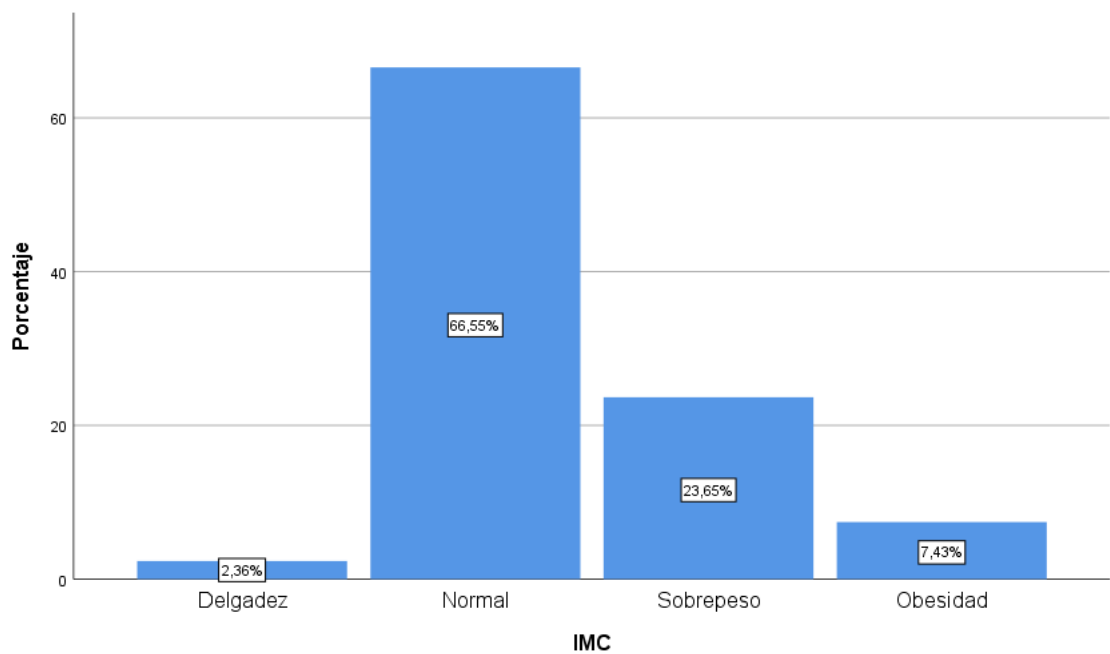
Distribución de la muestra respecto al IMC de los escolares

IMC

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Delgadez	7	2,4	2,4	2,4
Normal	197	66,6	66,6	68,9
Sobrepeso	70	23,6	23,6	92,6
Obesidad	22	7,4	7,4	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 6

Porcentajes de distribución de la muestra según clasificación del IMC de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Tabla 12

Distribución de la muestra respecto al IMC de los escolares según sexo

SEXO			Total
Masculino IMC	Delgadez	Recuento % dentro de IMC	3 1,96%
	Normal	Recuento % dentro de IMC	95 62,09%
	Sobrepeso	Recuento % dentro de IMC	44 28,75%
	Obesidad	Recuento % dentro de IMC	11 7,20%
	Total	Recuento % dentro de IMC	153 100,0%
Femenino IMC	Delgadez	Recuento % dentro de IMC	4 2,80%
	Normal	Recuento % dentro de IMC	102 71,32%
	Sobrepeso	Recuento % dentro de IMC	26 18,18%
	Obesidad	Recuento % dentro de IMC	11 7,70%
	Total	Recuento % dentro de IMC	143 100,0%
Total IMC	Delgadez	Recuento % dentro de IMC	7 2.36%
	Normal	Recuento % dentro de IMC	197 66.55%
	Sobrepeso	Recuento % dentro de IMC	70 23,65%
	Obesidad	Recuento % dentro de IMC	22 7,43%
	Total	Recuento % dentro de IMC	296 100,0%

Tabla 13

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IMC de los escolares según sexo

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IMC	,027	296	,000	,940	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Según la clasificación del IMC por sexo, predomina el IMC normal en ambos sexos, el 62,09% (n=95) para los niños y el 71,32% (n=102) para las niñas. En la muestra, se registran más niños con sobrepeso 28,75% (n=44) que niñas 18,18% (n=26), pero sin embargo las niñas con obesidad 7,70% (n=11) o delgadez 2,80% (n=4), abarcan un porcentaje ligeramente mayor que los niños con obesidad 7,20% (n=11) o delgadez 1,96% (n=3) respectivamente. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale significativo ($p < 0,05$), por lo que con un intervalo de confianza del 95% se puede afirmar que sí existen diferencias significativas entre el IMC según el sexo femenino y masculino.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Tabla 14

Características de la muestra respecto al FPI del pie derecho de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
FPI PIE DERECHO	Media	7,71	,154	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,40	
		Límite superior	8,01	
	Media recortada al 5%	7,78		
	Mediana	8,00		
	Varianza	7,029		
	Desv. Desviación	2,651		
	Mínimo	-3		
	Máximo	14		
	Rango	17		
	Rango intercuartil	4		
	Asimetría	-,509	,142	
	Curtosis	,900	,282	

Tabla 15

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI del pie derecho de los escolares

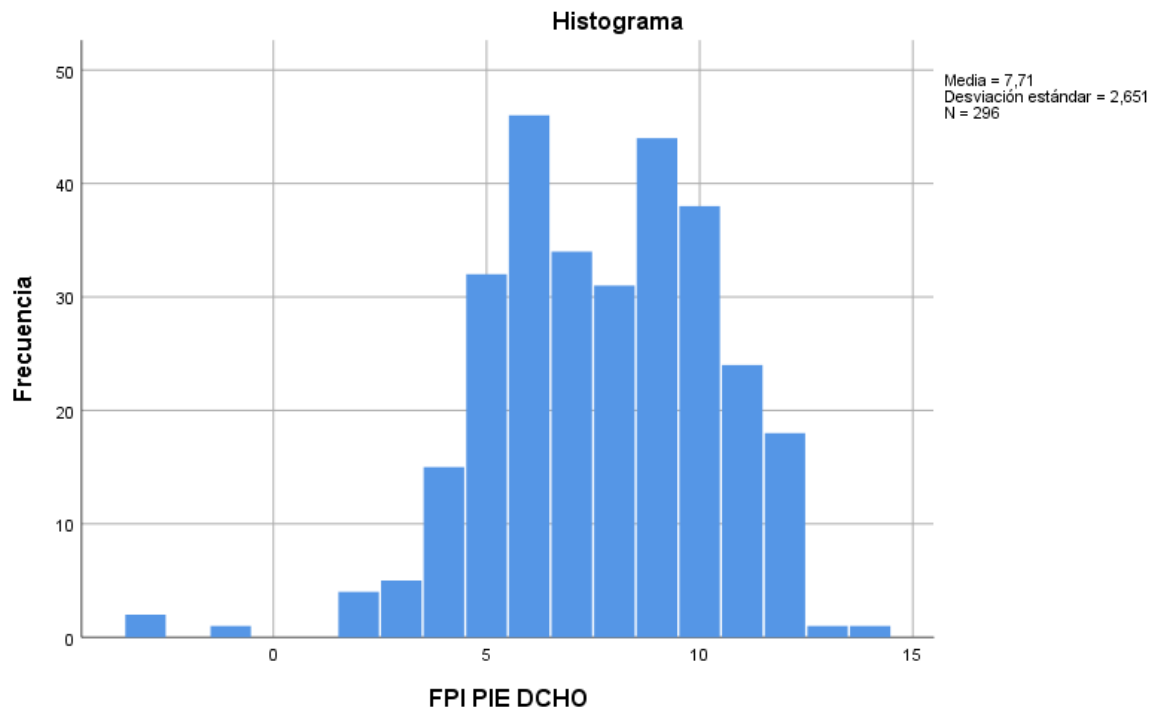
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FPI PIE DERECHO	,113	296	,000	,961	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 7

Porcentajes de distribución de la muestra según FPI del pie derecho de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el FPI del pie derecho. La media del FPI del pie derecho de la muestra formada por 296 escolares es de 7,71, y la desviación estándar es de 2,651. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del FPI del pie derecho sí tiene una distribución normal.

Tabla 16

Características de la muestra respecto al FPI del pie izquierdo de los escolares

Descriptivos

			Estadístico	Desv. Error
FPI PIE IZQUIERDO	Media		7,40	,154
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,10	
		Límite superior	7,70	
	Media recortada al 5%		7,44	
	Mediana		7,00	
	Varianza		7,020	
	Desv. Desviación		2,650	
	Mínimo		-3	
	Máximo		14	
	Rango		17	
	Rango intercuartil		4	
	Asimetría		-,242	,142
	Curtosis		-,033	,282

Tabla 17

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI del pie izquierdo de los escolares

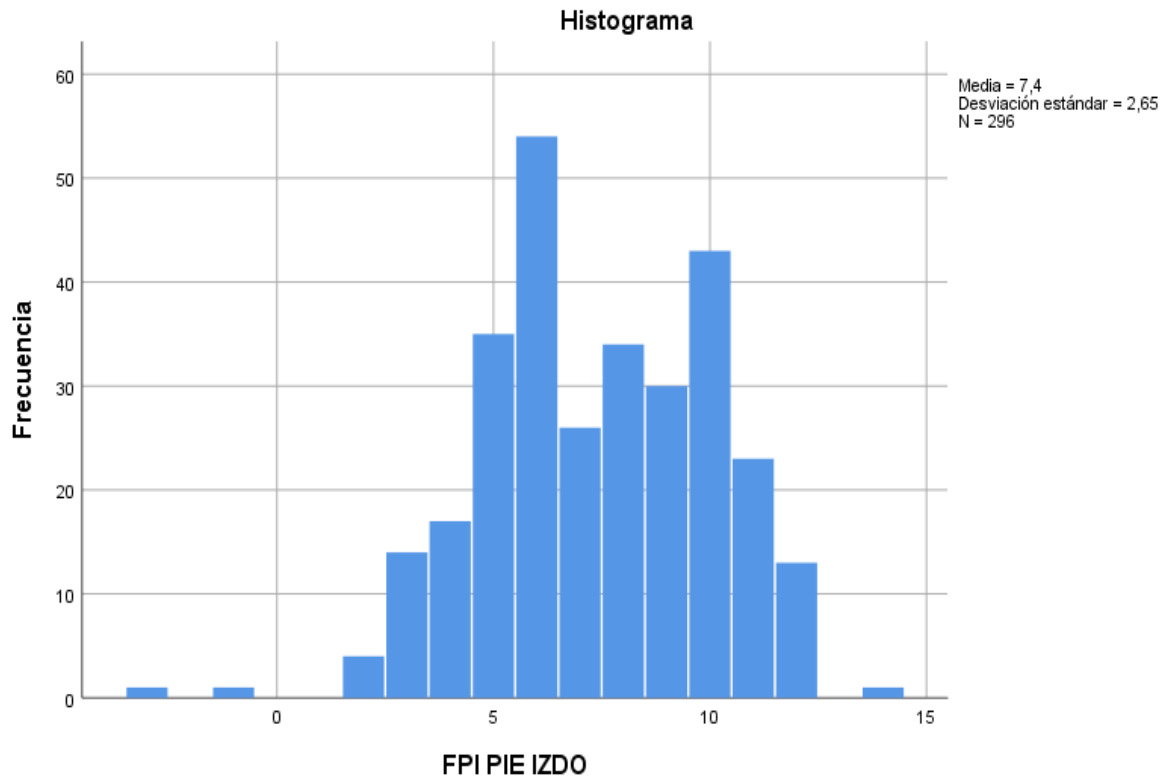
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FPI PIE IZQUIERDO	,127	296	,000	,967	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 8

Porcentajes de distribución de la muestra según el FPI del pie izquierdo de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el FPI del pie izquierdo. La media del FPI del pie izquierdo de la muestra formada por 296 escolares es de 7,4, y la desviación estándar es de 2,65. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del FPI del pie izquierdo sí tiene una distribución normal.

Tabla 18

Distribución de la muestra respecto al tipo de pie según el FPI del pie derecho de los escolares

FPI PIE DERECHO				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cavo	3	1,0	1,0	1,0
Normal	56	18,9	18,9	19,9
Plano	237	80,1	80,1	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Predomina el tipo de pie plano con un 80,10% (n=237) entre los escolares, seguido del pie normal 18,90% (n=56) y pie cavo 1% (n=3).

Gráfico 9

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI del pie derecho de los escolares

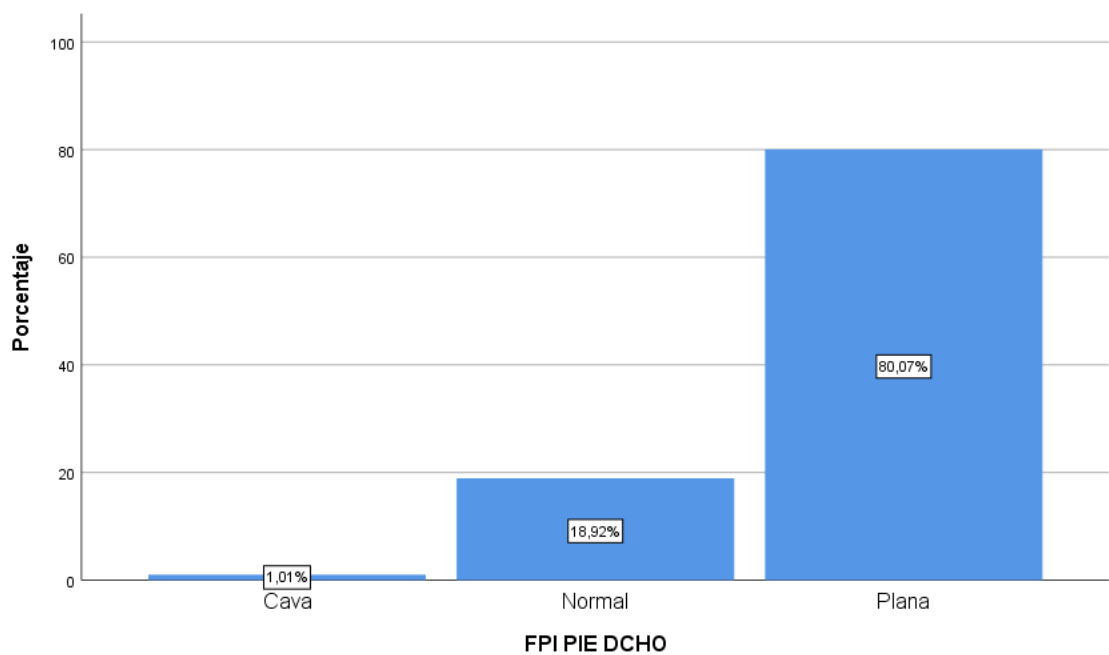


Tabla 19

Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI del pie izquierdo de los escolares

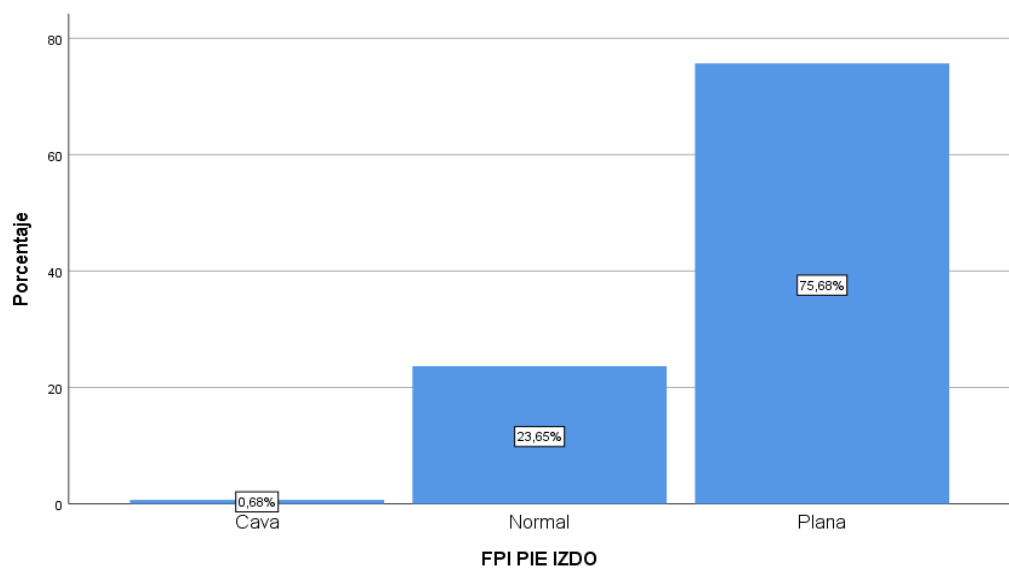
FPI PIE IZQUIERDO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cava	2	,7	,7	,7
Normal	70	23,6	23,6	24,3
Plana	224	75,7	75,7	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Predomina el tipo de pie plano con un 75,70% (n=224) entre los escolares, seguido del pie normal 23,60% (n=70) y pie cavo 0,7% (n=2)

Gráfico 10

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI del pie izquierdo de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Según las pruebas de normalidad, p-valor sale significativo ($p < 0,05$), por lo que con un intervalo de confianza del 95% se puede afirmar que sí existen diferencias significativas entre el FPI izquierdo y el FPI derecho en el total de la muestra.

Tabla 20

Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el FPI derecho e izquierdo para el sexo femenino y masculino

	Cava	Normal	Plana	TOTAL
FPI DERECHO MASCULINO	0	23 15%	130 85%	153 100%
FPI IZQUIERDO MASCULINO	0	31 20,3%	122 79,7%	153 100%
FPI DERECHO FEMENINO	3 2,1%	33 23,1%	107 74,8%	143 100%
FPI IZQUIERDO FEMENINO	2 1,4%	39 27,3%	102 71,3%	143 100%

Tabla 21

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al FPI derecho e izquierdo de los escolares

	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Estadístico	gl	Sig.
FPI PIE DERECHO	,036	296	,000
	Kolmogorov-Smirnov^a		
	Estadístico	gl	Sig.
FPI PIE IZQUIERDO	,009	296	,000

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

La tabla presenta las pruebas de normalidad de la muestra de acuerdo con el FPI del pie derecho e izquierdo para el sexo masculino y femenino. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale significativo ($p < 0,05$), por lo que con un intervalo de confianza del 95% se puede afirmar que sí existen diferencias significativas entre el FPI derecho e izquierdo según el sexo femenino y masculino, o, dicho de otra manera, en este estudio el sexo sí que influye en la postura del pie.

Tabla 22

Distribución de la muestra respecto al IMC y FPI del pie derecho según sexo

Tabla cruzada

SEXO				FPI PIE DERECHO			Total	
				Cava	Normal	Plana		
Masculino	IMC	Delgadez	Recuento	0	2	1	3	
			% dentro de IMC	0,0%	66,7%	33,3%	100,0%	
			% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	8,7%	0,8%	2,0%	
	Normal	Recuento	0	12	83	95		
		% dentro de IMC	0,0%	12,6%	87,4%	100,0%		
		% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	52,2%	63,8%	62,1%		
	Sobrepeso	Recuento	0	8	36	44		
		% dentro de IMC	0,0%	18,2%	81,8%	100,0%		
		% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	34,8%	27,7%	28,8%		
	Obesidad	Recuento	0	1	10	11		
		% dentro de IMC	0,0%	9,1%	90,9%	100,0%		
		% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	4,3%	7,7%	7,2%		
	Total			Recuento	0	23	130	153
				% dentro de IMC	0,0%	15,0%	85,0%	100,0%
				% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Femenino	IMC	Delgadez	Recuento	0	0	4	4	
			% dentro de IMC	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	
			% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	0,0%	3,7%	2,8%	

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

	Normal	Recuento	2	24	76	102	
		% dentro de IMC	2,0%	23,5%	74,5%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE DERECHO	66,7%	72,7%	71,0%	71,3%	
	Sobrepeso	Recuento	1	6	19	26	
		% dentro de IMC	3,8%	23,1%	73,1%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE DERECHO	33,3%	18,2%	17,8%	18,2%	
	Obesidad	Recuento	0	3	8	11	
		% dentro de IMC	0,0%	27,3%	72,7%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	9,1%	7,5%	7,7%	
	Total	Recuento	3	33	107	143	
		% dentro de IMC	2,1%	23,1%	74,8%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE DERECHO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Total	IMC	Delgadez	Recuento	0	2	5	7
			% dentro de IMC	0,0%	28,6%	71,4%	100,0%
			% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	3,6%	2,1%	2,4%
		Normal	Recuento	2	36	159	197
			% dentro de IMC	1,0%	18,3%	80,7%	100,0%
			% dentro de FPI PIE DERECHO	66,7%	64,3%	67,1%	66,6%
		Sobrepeso	Recuento	1	14	55	70
			% dentro de IMC	1,4%	20,0%	78,6%	100,0%
			% dentro de FPI PIE DERECHO	33,3%	25,0%	23,2%	23,6%
		Obesidad	Recuento	0	4	18	22
			% dentro de IMC	0,0%	18,2%	81,8%	100,0%
			% dentro de FPI PIE DERECHO	0,0%	7,1%	7,6%	7,4%
		Total	Recuento	3	56	237	296
			% dentro de IMC	1,0%	18,9%	80,1%	100,0%
			% dentro de FPI PIE DERECHO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 23

Prueba de chi cuadrado entre IMC y FPI del pie derecho según sexo

Pruebas de chi-cuadrado

SEXO		Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Masculino	Chi-cuadrado de Pearson	7,336 ^b	3	,062
	Razón de verosimilitud	5,206	3	,157
	Asociación lineal por lineal	,259	1	,611
	N de casos válidos	153		
Femenino	Chi-cuadrado de Pearson	2,076 ^c	6	,913
	Razón de verosimilitud	3,201	6	,783
	Asociación lineal por lineal	,273	1	,601
	N de casos válidos	143		
Total	Chi-cuadrado de Pearson	,954 ^a	6	,987
	Razón de verosimilitud	1,189	6	,977
	Asociación lineal por lineal	,007	1	,932
	N de casos válidos	296		

Gráfico 11

Distribución de la muestra femenina respecto al IMC según el FPI del pie derecho

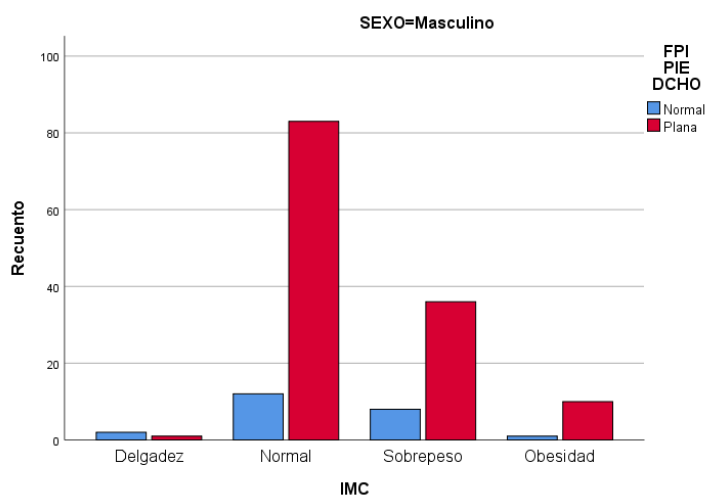
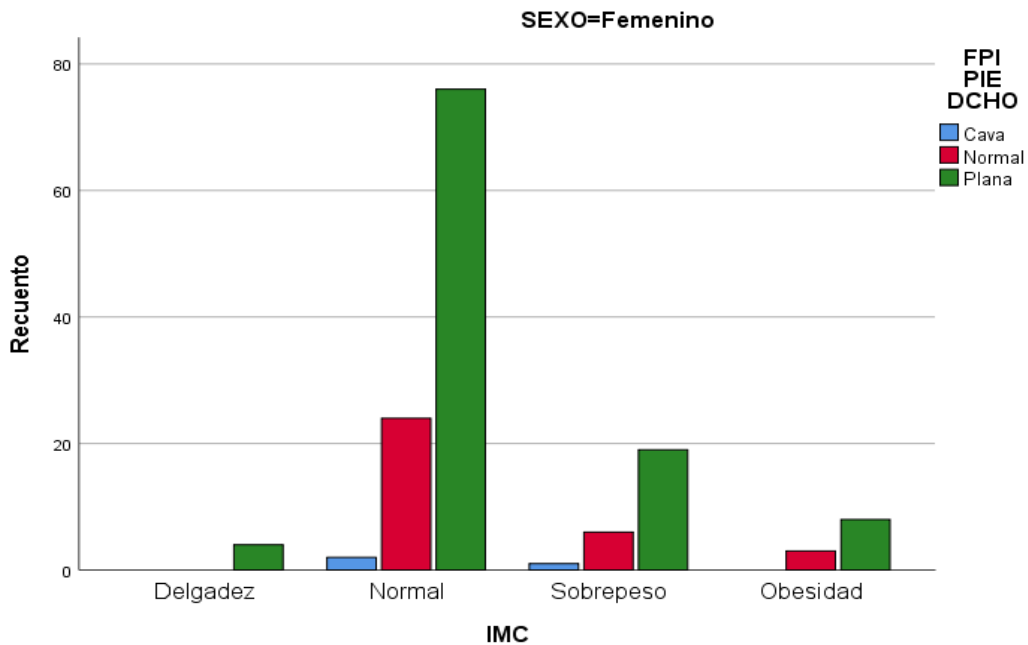


Gráfico 12

Distribución de la muestra masculina respecto al IMC según el FPI del pie derecho



Para el pie derecho, respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo masculino, el 85% presenta pie plano. Respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo femenino, el 74,8% presenta pie plano. El sexo masculino presenta mayor incidencia de pie plano que el femenino.

Respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo masculino, atendiendo a la clasificación del FPI del pie derecho y del IMC, predomina el pie plano (63,80%) con el IMC normal (87,40%), (n=83), seguido de pie plano (27,7%) con IMC sobrepeso (81,8%), (n=36). Respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo femenino, atendiendo a la clasificación del FPI del pie derecho y del IMC, predomina el pie plano (71%) con el IMC normal (74,50%), (n=76), seguido de pie plano (17,80%) con IMC sobrepeso (73,10%), (n=19). Las tablas y los gráficos presentan la distribución de la muestra femenina y masculina respecto al IMC según el IPP del pie derecho. Atendiendo a la tabla de la prueba de independencia chi cuadrado, el valor es no

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

significativo ($p > 0,05$), por lo que con un nivel de confianza del 95% se puede aceptar la hipótesis de independencia entre las variables, es decir, el IMC no influye sobre el tipo de pie derecho según el FPI en tanto en el género masculino como en el femenino.

Tabla 24

Distribución de la muestra respecto al IMC y FPI del pie izquierdo según sexo

Tabla cruzada

SEXO		FPI PIE IZQUIERDO			Total	
		Cavo	Normal	Plano		
Masculino	IMC Delgadez	Recuento		2	1	3
		% dentro de IMC		66,7%	33,3%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO		6,5%	0,8%	2,0%
	Normal	Recuento		18	77	95
		% dentro de IMC		18,9%	81,1%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO		58,1%	63,1%	62,1%
	Sobrepeso	Recuento		11	33	44
		% dentro de IMC		25,0%	75,0%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO		35,5%	27,0%	28,8%
	Obesidad	Recuento		0	11	11
		% dentro de IMC		0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO		0,0%	9,0%	7,2%
Total		Recuento		31	122	153
		% dentro de IMC		20,3%	79,7%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO		100,0%	100,0%	100,0%
Femenino	IMC Delgadez	Recuento	0	0	4	4
		% dentro de IMC	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	0,0%	3,9%	2,8%
	Normal	Recuento	2	27	73	102
		% dentro de IMC	2,0%	26,5%	71,6%	100,0%
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	100,0%	69,2%	71,6%	71,3%
	Sobrepeso	Recuento	0	9	17	26

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

		% dentro de IMC	0,0%	34,6%	65,4%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	23,1%	16,7%	18,2%	
	Obesidad	Recuento	0	3	8	11	
		% dentro de IMC	0,0%	27,3%	72,7%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	7,7%	7,8%	7,7%	
	Total	Recuento	2	39	102	143	
		% dentro de IMC	1,4%	27,3%	71,3%	100,0%	
		% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
Total	IMC	Delgadez	Recuento	0	2	5	7
			% dentro de IMC	0,0%	28,6%	71,4%	100,0%
			% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	2,9%	2,2%	2,4%
		Normal	Recuento	2	45	150	197
			% dentro de IMC	1,0%	22,8%	76,1%	100,0%
			% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	100,0%	64,3%	67,0%	66,6%
		Sobrepeso	Recuento	0	20	50	70
			% dentro de IMC	0,0%	28,6%	71,4%	100,0%
			% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	28,6%	22,3%	23,6%
		Obesidad	Recuento	0	3	19	22
			% dentro de IMC	0,0%	13,6%	86,4%	100,0%
			% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	0,0%	4,3%	8,5%	7,4%
	Total		Recuento	2	70	224	296
			% dentro de IMC	0,7%	23,6%	75,7%	100,0%
			% dentro de FPI PIE IZQUIERDO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 25

Prueba de chi cuadrado entre IMC y FPI del pie izquierdo según sexo

Pruebas de chi-cuadrado

SEXO		Valor	d f	Significación asintótica (bilateral)
Masculino	Chi-cuadrado de Pearson	7,507 ^b	3	,057
	Razón de verosimilitud	8,684	3	,034
	Asociación lineal por lineal	1,340	1	,247
	N de casos válidos	153		
Femenino	Chi-cuadrado de Pearson	3,026 ^c	6	,806
	Razón de verosimilitud	4,576	6	,599
	Asociación lineal por lineal	,216	1	,642
	N de casos válidos	143		
Total	Chi-cuadrado de Pearson	3,302 ^a	6	,770
	Razón de verosimilitud	4,035	6	,672
	Asociación lineal por lineal	,297	1	,586
	N de casos válidos	296		

Gráfico 13

Distribución de la muestra masculina respecto al IMC según el FPI del pie izquierdo

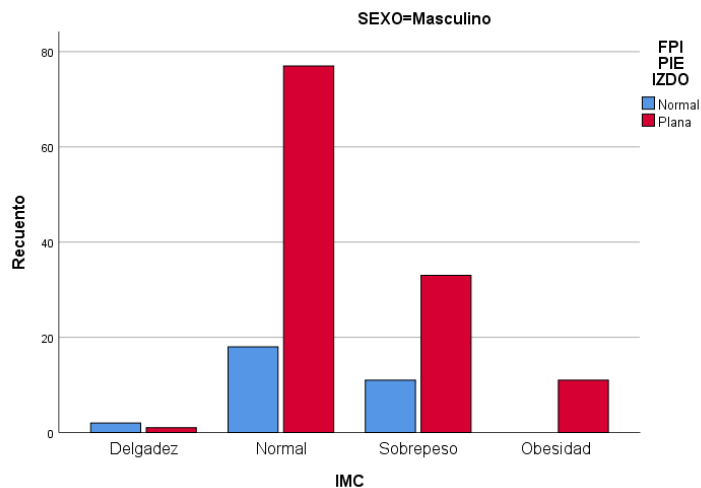
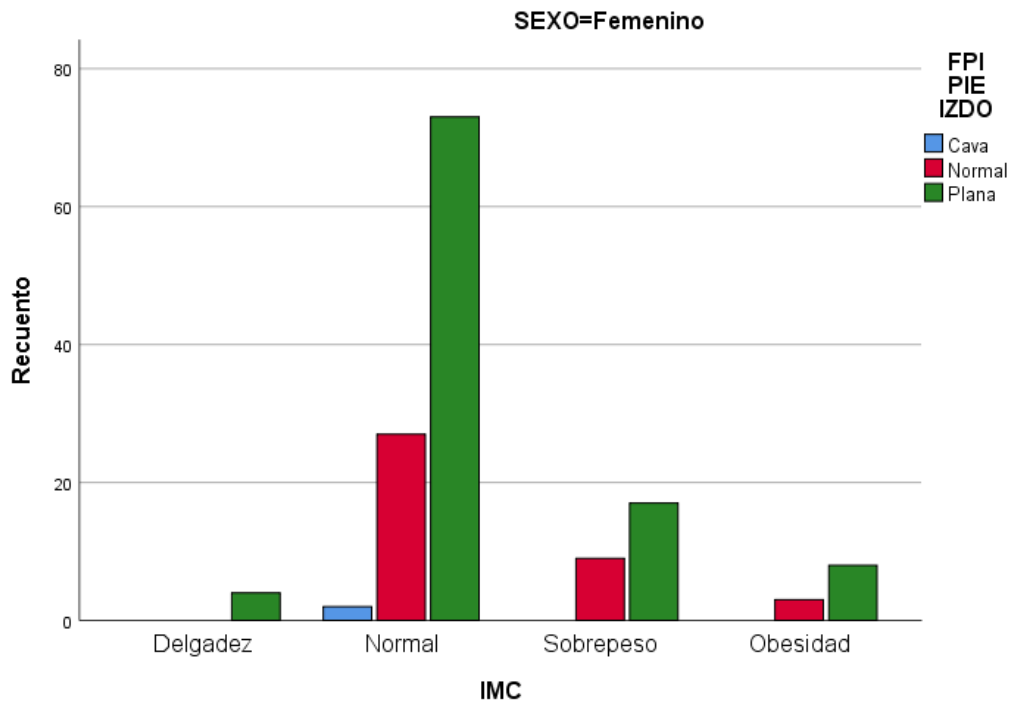


Gráfico 14

Distribución de la muestra femenina respecto al IMC según el FPI del pie izquierdo



Respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo masculino, atendiendo a la clasificación del FPI del pie izquierdo y del IMC, predomina el pie plano (63,1%) con el IMC normal (81,1%), (n=77), seguido de pie plano (27%) con IMC sobrepeso (75%), (n=33). Respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo femenino, atendiendo a la clasificación del FPI del pie izquierdo y del IMC, predomina el pie plano (71,6%) con el IMC normal (71,6%), (n=73), seguido de pie normal (69,2%) con IMC normal (26,5%), (n=17). Las tablas y los gráficos presentan la distribución de la muestra femenina y masculina respecto al IMC según el IPP del pie izquierdo. Atendiendo a la tabla de la prueba de independencia chi cuadrado, el valor es no significativo ($p > 0,05$), por lo que con un nivel de confianza del 95% se puede aceptar la hipótesis de independencia entre las variables, es decir, el IMC no influye sobre el

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

tipo de pie izquierdo según el FPI en tanto en el género masculino como en el femenino.

Tabla 26

Características de la muestra respecto al Índice de Staheli (IS) del pie derecho de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Índice de Staheli PIE DERECHO	Media	,5980	,01623	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5660	
		Límite superior	,6299	
	Media recortada al 5%	,5853		
	Mediana	,5824		
	Varianza	,078		
	Desv. Desviación	,27931		
	Mínimo	,02		
	Máximo	2,73		
	Rango	2,71		
	Rango intercuartil	,27		
	Asimetría	1,934	,142	
	Curtosis	11,995	,282	

Tabla 27

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IS del pie derecho de los escolares

Pruebas de normalidad

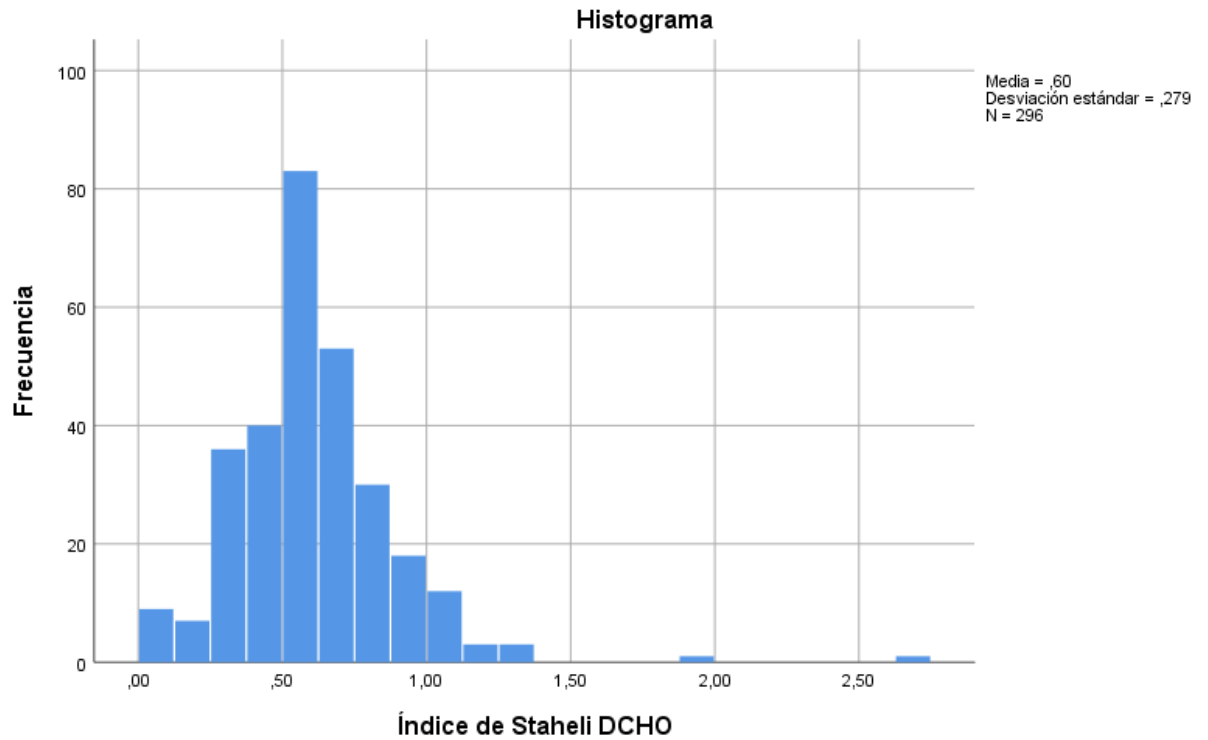
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de Staheli PIE DERECHO	,116	296	,000	,888	296	,000

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 15

Porcentajes de distribución de la muestra según el IS del pie derecho de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el IS del pie derecho. La media del IS del pie derecho de la muestra formada por 296 escolares es de 0,60, y la desviación estándar es de 0,279. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del IS del pie derecho sí tiene una distribución normal.

Tabla 28

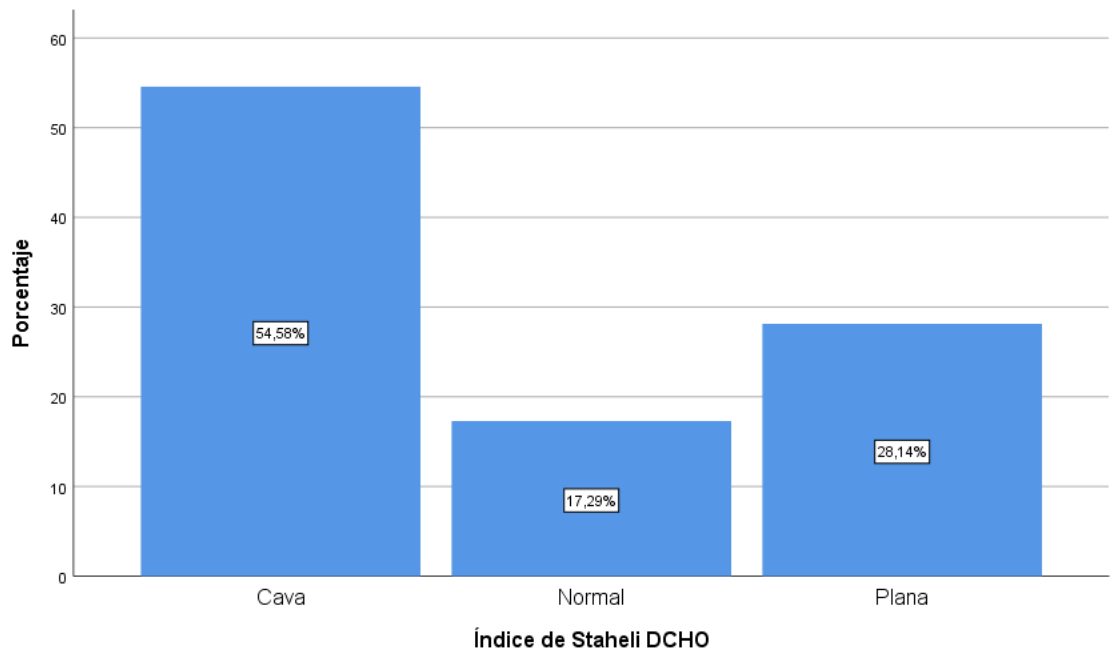
Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie derecho de los escolares

Índice de Staheli PIE DERECHO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cava	161	54,4	54,6	54,6
Normal	51	17,2	17,3	71,9
Plana	83	28,0	28,1	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 16

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie derecho de los escolares



Según el IS del pie derecho de los escolares predomina el tipo de huella cava con un 54.40% (n=161) entre los escolares, seguido de la huella plana 28% (n=83) y huella normal 17,20% (n=51).

Tabla 29

Características de la muestra respecto al IS del pie izquierdo de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Índice de Staheli PIE IZQUIERDO	Media	,5840	,01549	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,5535	
		Límite superior	,6145	
	Media recortada al 5%	,5766		
	Mediana	,5556		
	Varianza	,071		
	Desv. Desviación	,26652		
	Mínimo	,02		
	Máximo	1,43		
	Rango	1,41		
	Rango intercuartil	,32		
	Asimetría	,500	,142	
	Curtosis	,029	,282	

Tabla 30

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al IS del pie izquierdo de los escolares

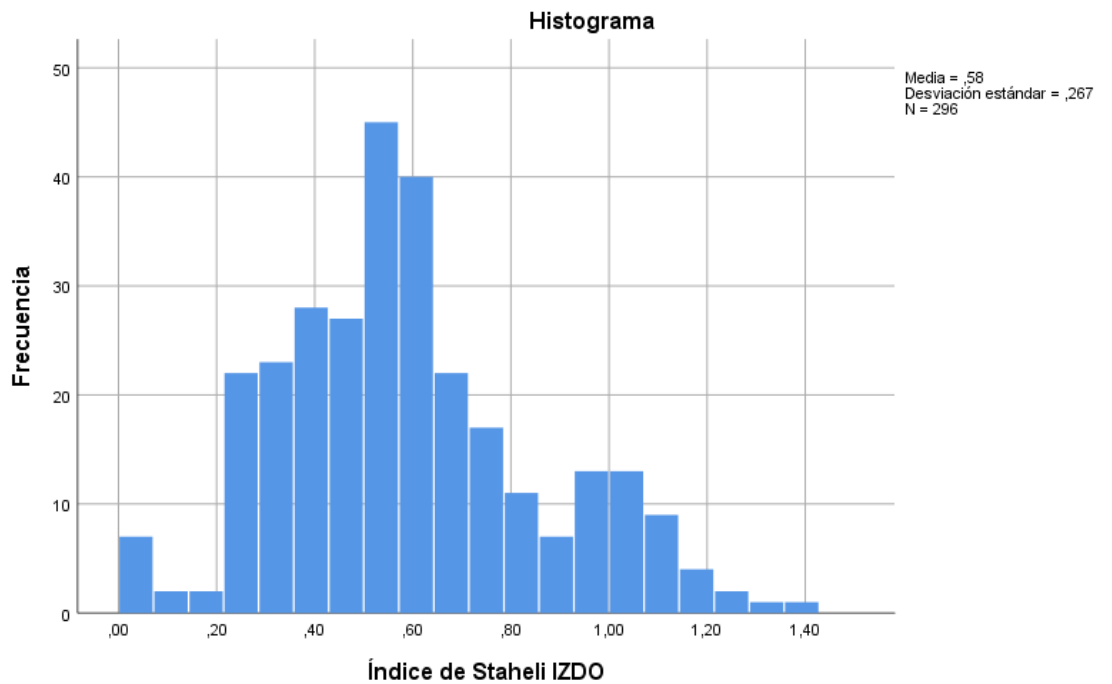
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de Staheli PIE IZQUIERDO	,086	296	,000	,974	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 17

Porcentajes de distribución de la muestra según el IS del pie izquierdo de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el IS del pie izquierdo. La media del IS del pie izquierdo de la muestra formada por 296 escolares es de 0,58, y la desviación estándar es de 0,267. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del IS del pie izquierdo sí tiene una distribución normal.

Tabla 31

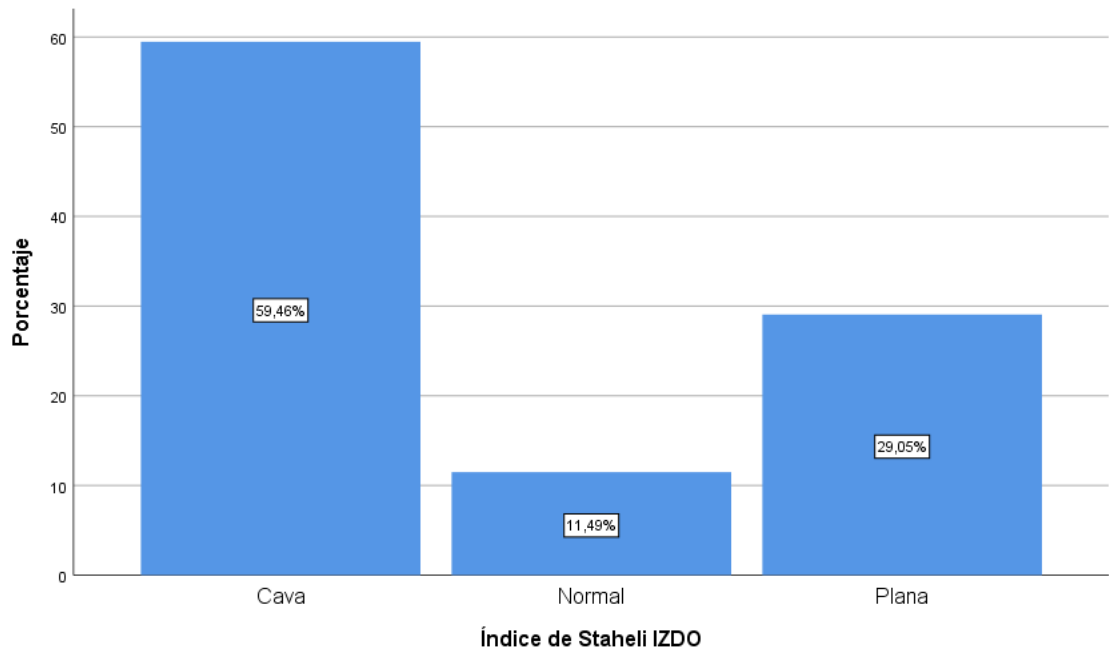
Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie izquierdo de los escolares

Índice de Staheli IZQUIERDO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cava	176	59,5	59,5	59,5
	Normal	34	11,5	11,5	70,9
	Plana	86	29,1	29,1	100,0
	Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 18

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el IS del pie izquierdo de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Según el IS del pie izquierdo de los escolares, predomina el tipo de huella cava con un 59.50% (n=176) entre los escolares, seguido de la huella plana 29.10% (n=86) y huella normal 11.50% (n=34)

Tabla 32

Características de la muestra respecto al Índice de Chippaux-Smirak (ICS) del pie derecho de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Índice de Chippaux Smirak PIE DERECHO	Media	,3674	,00993	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3479	
		Límite superior	,3870	
	Media recortada al 5%	,3604		
	Mediana	,3571		
	Varianza	,029		
	Desv. Desviación	,17086		
	Mínimo	,01		
	Máximo	1,64		
	Rango	1,62		
	Rango intercuartil	,17		
	Asimetría	1,674	,142	
	Curtosis	10,023	,282	

Tabla 33

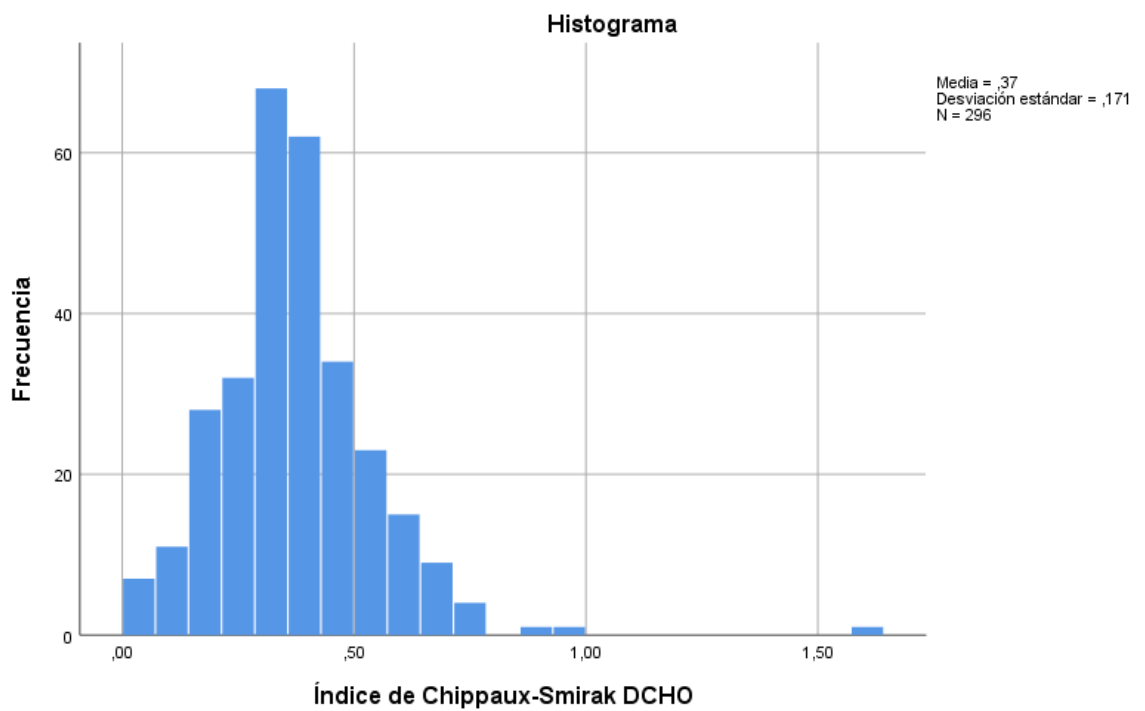
Pruebas de normalidad de la muestra respecto al ICS del pie derecho de los escolares

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de Chippaux-Smirak PIE DERECHO	,088	296	,000	,910	296	,000

Gráfico 19

Porcentajes de distribución de la muestra según ICS del pie derecho de los escolares



Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el ICS del pie derecho. La media del ICS del pie derecho de la muestra formada por 296

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

escolares es de 0,37, y la desviación estándar es de 0,171. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del FPI del pie derecho sí tiene una distribución normal.

Tabla 34

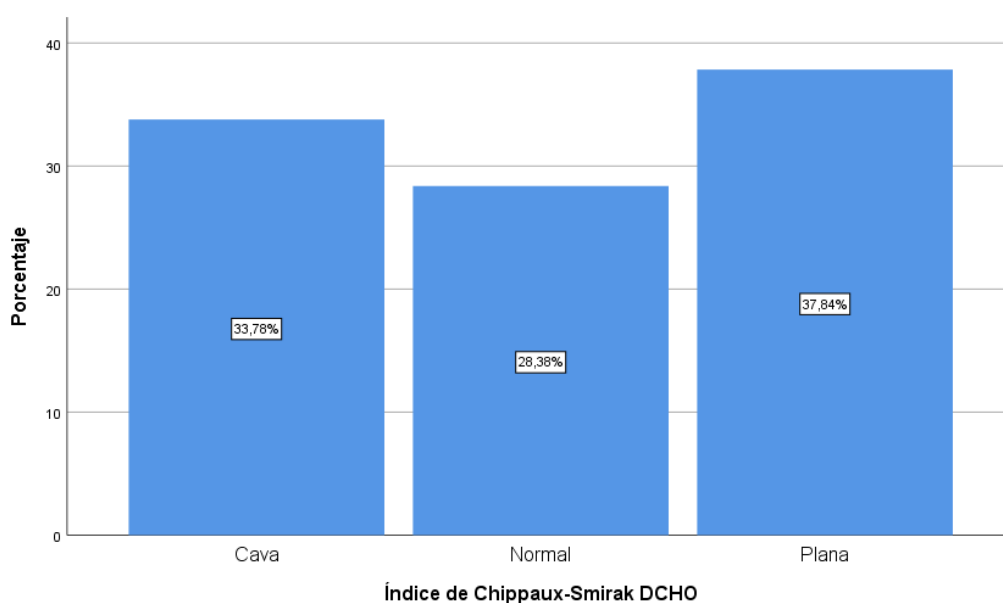
Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie derecho de los escolares

Índice de Chippaux-Smirak DERECHO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Cava	100	33,8	33,8	33,8
	Normal	84	28,4	28,4	62,2
	Plana	112	37,8	37,8	100,0
	Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 20

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie derecho de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Según el ICS del pie derecho de los escolares, predomina el tipo de huella plana con un 37,80% (n=112) entre los escolares, seguido de la huella cava 33,78% (n=100) y huella normal 28,38% (n=84)

Tabla 35

Características de la muestra respecto al ICS del pie izquierdo de los escolares

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error	
Índice de Chippaux-Smirak PIE IZQUIERDO	Media	,3585	,00956	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,3397	
		Límite superior	,3773	
	Media recortada al 5%	,3539		
	Mediana	,3359		
	Varianza	,027		
	Desv. Desviación	,16443		
	Mínimo	,01		
	Máximo	,85		
	Rango	,83		
	Rango intercuartil	,21		
	Asimetría	,517	,142	
	Curtosis	,072	,282	

Tabla 36

Pruebas de normalidad de la muestra respecto al ICS del pie izquierdo de los escolares

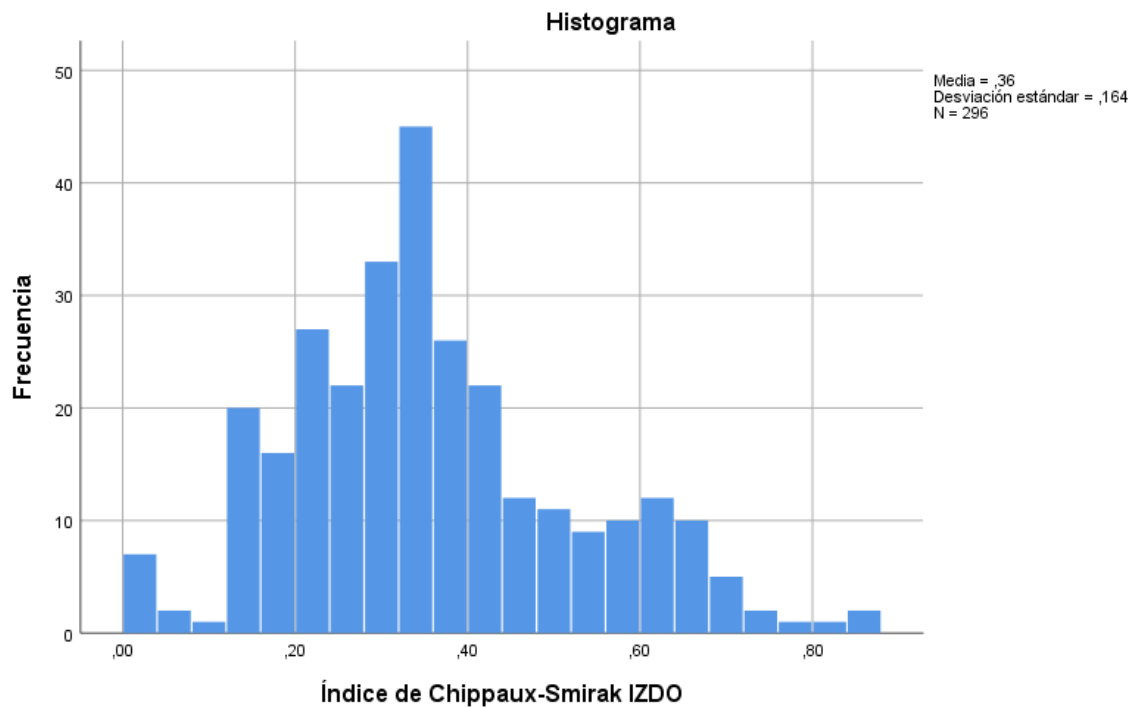
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Índice de Chippaux-Smirak PIE IZQUIERDO	,088	296	,000	,973	296	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Gráfico 21

Porcentajes de distribución de la muestra según ICS del pie izquierdo de los escolares



PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Las tablas y el gráfico presentan la distribución de la muestra de acuerdo con el ICS del pie izquierdo. La media del ICS del pie derecho de la muestra formada por 296 escolares es de 0,36, y la desviación estándar es de 0,164. Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$), por lo que se acepta la hipótesis de que la variable del FPI del pie derecho sí tiene una distribución normal.

Tabla 37

Distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie izquierdo de los escolares

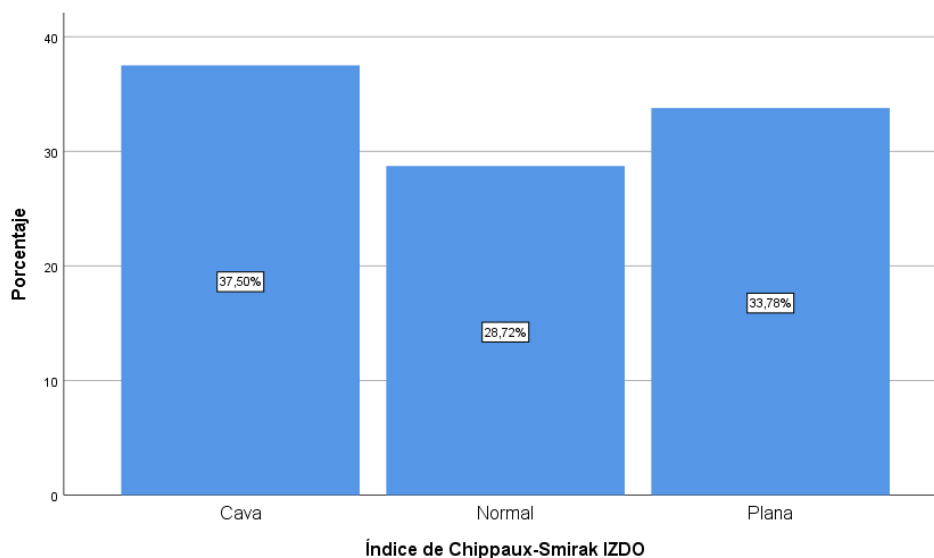
Índice de Chippaux-Smirak IZDO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Cava	111	37,5	37,5	37,5
Normal	85	28,7	28,7	66,2
Plana	100	33,8	33,8	100,0
Total	296	100,0	100,0	

Gráfico 22

Porcentajes de distribución de la muestra respecto al tipo de huella según el ICS del pie izquierdo de los escolares

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS



Según el ICS del pie izquierdo de los escolares predomina el tipo de huella cava con un 37,50% (n=111) entre los escolares, seguido de la huella plana 33,78% (n=100) y huella normal 28,72% (n=85)

Tabla 38

Tabla resumen de las pruebas de normalidad entre FPI, ICS, IS

	PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO
FPI	<i>0.113</i>	<i>0.127</i>
IS	<i>0.116</i>	<i>0.086</i>
ICS	<i>0.088</i>	<i>0.088</i>

Según las pruebas de normalidad, p-valor sale no significativo ($p > 0,05$) por lo que se acepta que las variables FPI, IS, ICS siguen una distribución normal y además se puede aceptar que con un intervalo de 95% de confianza no hay diferencias significativas entre las variables ni para el pie derecho ni para el pie izquierdo.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Tabla 39

Distribución de todas las variables de la muestra por sexo

	SEXO							
	Masculino				Femenino			
	Media	IC-INF	IC-SUP	Des	Media	IC-INF	IC-SUP	Des
EDAD	,44	8,17	8,71	1,69	8,62	8,35	8,89	1,63
PESO	3,75	32,36	35,14	8,71	33,11	31,53	34,69	9,57
ESTATURA	1,35	1,33	1,37	,11	1,35	1,33	1,37	,11
IMC	18,35	17,92	18,77	2,68	17,84	17,36	18,32	2,88
FPI PIE IZDO	8	7	8	2	7	6	7	3
FPI PIE DCHO	8	8	8	2	7	7	8	3
cm antepié DCHO	6,86	6,77	6,95	,58	6,74	6,65	6,83	,54
cm antepié IZDO	6,72	6,60	6,84	,75	6,67	6,58	6,77	,58
cm mediopié DERECHO	2,49	2,30	2,69	1,22	2,51	2,33	2,69	1,07
cm mediopié IZDO	2,39	2,20	2,59	1,22	2,42	2,25	2,60	1,06
cm retropié DERECHO	4,25	4,18	4,32	,45	4,11	4,03	4,19	,48
cm retropié IZDO	4,18	4,10	4,26	,51	4,03	3,95	4,11	,48
Índice de Staheli DCHO	,59	,54	,63	,28	,61	,57	,66	,28
Índice de Staheli IZDO	57	,53	,62	,28	,60	,56	,64	,25
Índice de Chippaux- Smirak DCHO	36	,33	,39	,17	,37	,34	,40	,17
Índice de Chippaux- Smirak IZDO	36	,33	,38	,18	,36	,34	,39	,15

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Tabla 40

Pruebas de normalidad de todas las variables de la muestra por sexos

Estadísticos de prueba

	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintótica(bilateral)
EDAD	10344,000	22125,000	-,822	,411
PESO	10015,500	20311,500	-1,256	,209
ESTATURA	10839,000	21135,000	-,137	,891
IMC	9307,500	19603,500	-2,218	,027
FPI PIE IZDO	9032,000	19328,000	-2,612	,009
FPI PIE DCHO	9405,000	19701,000	-2,100	,036
cm antepié DCHO	9626,000	19922,000	-1,800	,072
cm antepié IZDO	10162,500	20458,500	-1,063	,288
cm mediopié DERECHO	10780,000	21076,000	-,217	,828
cm mediopié IZQUIERDO	10563,500	22344,500	-,513	,608
cm retropié DERECHO	8989,000	19285,000	-2,675	,007
cm retropié IZQUIERDO	8891,000	19187,000	-2,800	,005
Índice de Staheli DCHO	10466,500	22247,500	-,643	,520
Índice de Staheli IZDO	9977,000	21758,000	-1,308	,191
Índice de Chippaux- Smirak DCHO	10822,000	22603,000	-,160	,873
Índice de Chippaux- Smirak IZDO	10427,000	22208,000	-,697	,486

a. Variable de agrupación: SEXO

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

La tabla recoge las pruebas de independencia de todas las variables de la muestra según sexo. Cuando el p-valor sale significativo ($p < 0,05$) podemos con un 95% de confianza aceptar la hipótesis de que si hay diferencia estadísticamente significativa en el valor medio de la variable entre los diferentes sexos. En este caso, existe diferencia significativa entre las variables IMC, FPI pie derecho e izquierdo, cm de retropié derecho e izquierdo entre el sexo masculino y femenino.

5.2. Correlaciones

A continuación, se recogen dos tablas diferenciadas por sexo con todas las variables y sus coeficientes de correlación Rho de Spearman (ρ) (ver anexo 5). Valores de 1 a -1.

<p>$\rho=1$ correlación perfecta</p> <p>$\rho=0,8-1$ correlación muy alta</p> <p>$\rho=0,6-0,8$ correlación alta</p> <p>$\rho=0,4-0,6$ correlación moderada</p> <p>$\rho=0,2-0,4$ correlación baja</p> <p>$\rho=0-0,2$ correlación muy baja</p> <p>$\rho=0$ correlación nula</p>
--

La edad mantiene una correlación alta respecto al peso ($\rho=0,705$) y la estatura ($\rho=0,832$), pero muestra una correlación baja respecto al IMC ($\rho=0,288$). El peso mantiene correlaciones altas respecto a la edad ($\rho=0,705$), a la estatura ($\rho=0,861$) y al IMC ($\rho=0,770$). La estatura mantiene correlaciones altas respecto a la edad ($\rho=0,832$) y al peso ($\rho=0,861$), pero una correlación baja respecto al IMC ($\rho=0,373$). El IMC no mostró correlación respecto a la postura del pie en niños (pie derecho $\rho=,095$; pie izquierdo $\rho=,067$) y en niñas (pie derecho $\rho=-,04$; pie izquierdo $\rho=,008$). El IMC además muestra correlaciones muy bajas también con IS derecho ($\rho=0,102$), IS izquierdo ($\rho=0,145$), ICS derecho ($\rho=0,148$), ICS izquierdo ($\rho=0,197$). Destacan las buenas correlaciones entre ICS/IS (IS-ICS pie derecho $\rho=0,965$, IS-ICS pie izquierdo

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

$\rho=0,954$) así como la correlación pobre entre el ICS y el IS respecto al FPI, (IS-FPI pie derecho $\rho=0,064$, IS-FPI pie izquierdo $\rho=0,127$, ICS-FPI pie derecho $\rho=0,089$, ICS-FPI pie izquierdo $\rho=0,035$).

Tabla 41

Comparativa de las correlaciones entre FPI, ICS y IS de ambos pies según género femenino

	ICS DCHO	ICS IZDO	IS DCHO	IS IZDO
FPI DCHO	0.063	0.076	0.032	0.073
FPI IZDO	0.136	0.148	0.162	0.124

Correlaciones muy bajas entre FPI y ICS y IS para el sexo femenino en ambos pies.

Tabla 42

Comparativa de las correlaciones entre ICS y IS de ambos pies según el género femenino

	IS DCHO	IS IZDO
ICS DCHO	0.963	0.753
ICS IZDO	0.752	0.970

Correlación muy alta entre ICS y IS.

Tabla 43

Comparativa de las correlaciones entre FPI, ICS y IS de ambos pies según género masculino

	ICS DCHO	ICS IZDO	IS DCHO	IS IZDO
FPI DCHO	0.129	0.106	0.115	0.112
FPI IZDO	0.096	0.125	0.074	0.134

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Correlaciones muy bajas entre FPI y ICS y IS para el sexo masculino en ambos pies.

Tabla 44

Comparativa de las correlaciones entre ICS y IS de ambos pies según el género masculino

	IS DCHO	IS IZDO
ICS DCHO	0.968	0.706
ICS IZDO	0.734	0.940

Correlación muy alta entre ICS y IS.

Tabla 45

Comparativa de las correlaciones entre IMC y FPI, ICS, IS

	FPI DCHO	FPI IZDO	ICS DCHO	ICS IZDO	IS DCHO	IS IZDO
IMC	0.076	0.040	0.148	0.197	0.102	0.145

Correlaciones muy bajas entre IMC Y FPI, ICS y IS para el total de la muestra en ambos pies.

6. DISCUSIÓN

Para dar respuesta a las hipótesis de este trabajo, a continuación, se presenta la discusión de los resultados según los objetivos planteados, para lo cual se ha considerado oportuno organizarla en sus distintos apartados:

Objetivo general 1. Evaluar la correlación del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como referencia el Índice Postural del Pie en los escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

Objetivo general 2. Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie en la muestra de escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

- **Objetivo específico 1.** Evaluar las diferencias existentes entre el estado ponderal según sexo.

- **Objetivo específico 2.** Evaluar las diferencias existentes en la postura del pie según sexo.

- **Objetivo específico 3.** Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie según sexo.

Objetivo general 1. Evaluar la correlación del Índice de Staheli y el Índice de Chippaux-Smirak tomando como referencia el Índice Postural del Pie en los escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

El primer objetivo general planteado en esta investigación busca evaluar la correlación entre el Índice de Staheli (IS) el Índice de Chippaux-Smirak (ICS) y el Índice Postural del Pie (IPP) en un grupo de 296 escolares de primaria de la ciudad de Zaragoza.

Según el índice escogido para clasificar el tipo de pie (derecho e izquierdo), el IS clasifica la mayor parte de la muestra como pie cavo, el ICS clasifica la mayor parte de la muestra como pie cavo y plano, y el IPP clasifica la mayor parte de la muestra con pie plano.

Atendiendo a las correlaciones, el IS y el ICS muestran una buena correlación entre sí. Estos resultados son similares a los encontrados por diversos autores en sus investigaciones (Sacco I. C. et al., 2015; Szczepanowska-Wołowicz, B. et al., 2021; Zuñil-Escobar et al., 2016). Esto puede deberse a que son índices diseñados para ser aplicados de manera similar, analizando el tipo de huella desde una perspectiva estática similar, mediante pedigrafía, considerando dos ejes del pie para su clasificación.

Sin embargo, en nuestra investigación el IS y el ICS muestran correlaciones pobres respecto al IPP. Estas discrepancias en las correlaciones entre las mediciones en pedigrafía y el IPP, pueden compararse a lo encontrado por Gijón-Noguerón G. et al., 2020 y Seoane Fariña L., 2022. Aunque los resultados obtenidos en nuestra muestra

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

difieren a los recogidos en un estudio publicado por Žukauskas, et al., 2021, donde se obtuvieron correlaciones fuertes entre el IPP y otros índices de categorización del pie.

Esta mala correlación entre el IS/ICS y el IPP puede deberse a diferencias en la metodología de medición, ya que, como se ha comentado más arriba, el IS y ICS se basan principalmente en mediciones bidimensionales de la huella plantar, mientras que el IPP es una herramienta de evaluación tridimensional que considera la posición del pie-tobillo en sus tres ejes mediante la visualización directa y la palpación. Estas diferencias pueden llevar a discrepancias en los resultados y, por lo tanto, a una mala correlación con el IPP.

Por otro lado, la interpretación de este resultado puede hacernos reconsiderar la importancia de escoger en primera opción herramientas de medición que evalúen el complejo pie-tobillo de manera integral, teniendo en cuenta su naturaleza tridimensional para un diagnóstico más completo. Además, como se ha mencionado anteriormente, es importante considerar la validez, confiabilidad y sensibilidad de los índices aplicables en la población pediátrica, así como la variabilidad interobservador entre las mediciones. Hay que recordar que estos índices se diseñaron originalmente para la valoración del pie adulto, pueden tener diferentes niveles de sensibilidad para detectar ciertos tipos de pies y las mediciones tienen un alto componente de subjetividad, lo que puede contribuir a una mala correlación entre los índices.

Teniendo en cuenta estos resultados, se considera la hipótesis de este trabajo en la que no existe una buena correlación entre el ICS/IS y el IPP en la muestra de escolares de primaria estudiados.

Objetivo general 2. Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie en la muestra de escolares de primaria del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

El segundo objetivo general de este trabajo analiza si el índice de masa corporal (IMC) influye sobre el índice postural del pie (IPP) de la muestra de escolares estudiada (ver publicación original en anexo 6).

El IMC del total de la muestra estudiada se categoriza dentro de la normalidad según las tablas de referencia IOTF. La tasa de sobrepeso de la muestra es del 23,64% y de obesidad es del 7,43%. Los datos obtenidos tras la revisión de la bibliografía informan de que la tasa de sobrepeso infantil en España estimada para 2020 es de 30,10% y la de obesidad es de un 10,30%, por lo que nuestros resultados se encuentran por debajo de las estimaciones nacionales y coinciden con los datos registrados para la comunidad autónoma de Aragón.

Analizando nuestra muestra con el Índice Postural del Pie (IPP), propuesto como método diagnóstico de referencia para catalogar el tipo de pie en esta investigación, se clasifica el total de la muestra con un 80,1% de pie plano derecho y un 75,7% de pie plano izquierdo, coincidiendo con lo descrito en la bibliografía para este rango de edad, donde la aparición del PPI se considera algo fisiológico propio de esta etapa de la vida (Ford y Scannel, 2017; Hallemans, 2003; Lozano, 2009; Morley, 1957; Mosca, 2010).

Los valores del coeficiente rho de Spearman que correlacionan el IMC y el IPP dan resultados estadísticamente no significativos, por lo que de acuerdo a estos resultados obtenidos se considera la hipótesis de este trabajo en la que no existe relación estadísticamente significativa entre el estado ponderal y la postura del pie en la

muestra de escolares de primaria estudiada. Este hallazgo es similar al encontrado por Evans, et al., 2015; Gijón-Noguerón, et al., 2016; Jiménez, 2017; Martínez – Nova, 2018; Rufach, 2021; De Carvalho 2017; Mbaka, 2021; Solves Ros, 2019; en sus investigaciones. Sin embargo, también encontramos estudios en los que sí se establece la relación entre el estado ponderal y la postura del pie. Molina-García et al., 2023, analizaron a 196 escolares de Primaria españoles y asociaron estados ponderales elevados con puntuaciones más altas del IPP. En el estudio realizado por Szczepanowska-Wolowiec et al., 2020, se encontraron correlaciones significativas entre el aumento del estado ponderal y el aumento del ángulo de Clarke, lo que es característico del pie plano; en el estudio realizado por Yan et al., 2020, se hallaron puntuaciones más altas del índice del arco en niños obesos en comparación con el grupo de peso normal. Siguiendo esta línea de resultados, Shapouri et al., 2019, utilizaron la medición de la altura del navicular como herramienta diagnóstica, Brzeziński et al., 2019 usaron el índice de Sztriter-Godunow y sus resultados determinaron asociaciones entre el estado ponderal y la postura del pie en grupos de escolares de Primaria.

Hay que comprender que el desarrollo del pie infantil es una condición multifactorial, en la que pueden intervenir diversos factores como la genética, el desarrollo musculoesquelético, la laxitud ligamentosa y la estructura ósea del pie. El IMC es solo uno de los muchos factores que podrían influir en el desarrollo de la postura del pie y en particular en el desarrollo de pie plano, por lo que será interesante ampliar el foco de estudio en futuras investigaciones hacia la inclusión de otros factores asociados.

Objetivo específico 1. Evaluar las diferencias existentes entre el estado ponderal según sexo.

El primer objetivo específico de este trabajo evalúa las diferencias existentes en el índice de masa corporal (IMC) entre los niños y las niñas de la muestra estudiada.

Respecto al IMC, teniendo en cuenta el resultado de la prueba de independencia de chi cuadrado, sí que existe una diferencia estadísticamente significativa entre sexos. Destaca un porcentaje mayor de niños con sobrepeso (28,75%) que niñas (18,18%) y valores similares para la obesidad entre los dos sexos. Este resultado coincide con lo obtenido por Solves Ros et al., 2019, en su investigación, pero no se asemeja a los datos obtenidos por el estudio ALADINO 2019, en el que las niñas presentan una mayor prevalencia de sobrepeso (24,7%) frente a los niños (21,9%) mientras que el porcentaje de niños con obesidad (19,4%) es significativamente mayor que el de las niñas (15,3 %). Además, interpretando los resultados obtenidos en esta investigación según el criterio IOTF del estudio ALADINO 2019, la prevalencia de sobrepeso y obesidad de las niñas se mantiene por debajo de lo publicado en su estudio (AESAN, 2020). Sin embargo, el porcentaje de niños con sobrepeso en nuestra investigación es superior a la media española y superior respecto a las niñas.

En nuestra investigación, debido a la situación particular asociada a la pandemia por COVID19 acontecida, quizá el aumento del sobrepeso en la muestra masculina respecto a la femenina pudiera deberse a la interrupción súbita del grado de actividad física por un largo periodo de los niños en particular, ya que en el estudio ALADINO 2019 destaca un mayor porcentaje de varones que pueden considerarse físicamente activos (75,4 % frente a 65,2 % en las niñas).

Además, las diferencias en los patrones de sobrepeso y obesidad infantil por sexo podrían explicarse por muchos mecanismos, como la composición corporal, las hormonas (Wisniewski et al., 2009), las diferencias en los niveles de actividad física y las horas dedicadas a las pantallas (Atkin et al., 2008), las presiones y expectativas sociales de género asociadas a los hábitos alimentarios (Telford et al., 2016), el dolor durante el crecimiento, especialmente en las extremidades inferiores (plantalgias), (Minaie et al., 2020).

En un futuro, será interesante incorporar el análisis de otros factores asociados a los patrones de sobrepeso y obesidad infantiles en las muestras de estudio, para abarcar una visión más completa sobre su repercusión asociada a la postura del pie y otras dimensiones del desarrollo infantil.

Objetivo específico 2. Evaluar las diferencias existentes en la postura del pie según sexo.

El segundo objetivo específico de este trabajo evalúa las diferencias existentes en el índice postural del pie (IPP) entre los niños y las niñas de la muestra estudiada.

Respecto al tipo de pie según el IPP, teniendo en cuenta los resultados sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el sexo femenino y masculino. Dicho de otra manera, en este estudio el sexo sí que influye en la postura del pie. La media del IPP en niños (IPP=8) es ligeramente superior respecto a la media de niñas (IPP=7), valores compatibles con pie plano leve (FPI \geq 6), con mayor rango pronador de los niños sobre todo en el pie derecho. Estos datos coinciden con los obtenidos por Pfeiffer et al., 2006, Wozniaka et al., 2013, Carvalho, B. K. G et al., 2017, Mickle et al., 2008 en sus estudios. Aunque se informa con frecuencia que los niños tienen pies más planos que las niñas, ha habido poca investigación sistemática para

confirmar o explicar esta diferencia estructural entre los géneros y la bibliografía no recoge un consenso claro respecto a las diferencias entre la postura del pie según género.

Una posible explicación de este hallazgo, en el que la prevalencia del pie plano es mayor en niños y, además, en mayor grado pronador, pudiera relacionarse con el hecho de los niños necesitan más tiempo para la reabsorción de la almohadilla grasa localizada en el arco plantar, lo que retrasa el desarrollo de la bóveda del pie respecto a las niñas (Mickle et al., 2008). Esto sugiere que el desarrollo del arco longitudinal medial puede estar progresando a un ritmo más lento en los niños que en las niñas, debido a variaciones en los patrones de crecimiento entre géneros. En nuestra muestra en particular, debido a la situación de la pandemia, los escolares vieron interrumpidas sus actividades cotidianas por, entre las que se encontraba la actividad física, por largos periodos de tiempo. Quizá el grupo masculino, generalmente caracterizado por realizar mayor grado de actividad física se vio influenciado por el sedentarismo obligado lo que pudo llevar a un déficit de estimulación muscular que afecto al desarrollo del ALI.

La complejidad y variabilidad de los factores que pueden influir en el desarrollo musculoesquelético durante el periodo de crecimiento justifican la ausencia de razones sólidas y unos resultados concluyentes que ayuden a esclarecer las diferencias entre la postura del pie y el género en este grupo de población, por lo que son necesarias más investigaciones futuras.

Objetivo específico 3. Determinar la relación entre el estado ponderal y la postura del pie según sexo.

El tercer objetivo específico de este trabajo analiza si el índice de masa corporal (IMC) influye sobre el índice postural del pie (IPP) estudiando la muestra dividida en niños y niñas.

Reagrupando la clasificación del tipo de pie de la muestra según la variable sexo, en niños, predomina el IMC normal con pie plano y en niñas, también predomina el IMC normal con pie plano. Los valores del coeficiente rho de Spearman que correlacionan el IMC y el IPP en niños y en niñas, dan resultados estadísticamente no significativos por lo que se puede aceptar la hipótesis de independencia entre las variables. De acuerdo a estos resultados obtenidos, el estado ponderal no influye sobre la postura del pie tanto en el género masculino como en el femenino, por lo que se considera la hipótesis planteada en este trabajo, en la que no existe relación significativa entre el estado ponderal y la postura del pie entre la muestra de escolares estudiada según sexo.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gijón-Noguerón et al., 2016, Carvalho (2017), Mbaka (2021). Este hallazgo es similar a lo encontrado por Carvalho, 2017; Evans, 2015; Gijón Nogueron, 2020; Hawke, 2016; Jiménez, 2017; Martínez Nova, 2018; Mbaka, 2021; Rufach 2021; Solves Ros, 2019. Pero, comparando los resultados obtenidos con la literatura revisada, esta relación parece estar aún sin esclarecer, ya que también hay un gran número de estudios en los que sí se establece la relación entre el estado ponderal y la postura del pie y la diferencia entre sexos (Ezema, 2014; Jannah, 2019; López, 2016; Molina, 2020; Saldívar -Cerón, 2015; Stolzman, 2015; Suciati, 2019; Yan, 2020; Ylhong, 2019.)

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

En síntesis, las investigaciones similares a la nuestra abarcadas en la bibliografía muestran resultados dispares respecto a la influencia del estado ponderal sobre la postura del pie infantil. La variabilidad en los resultados de las investigaciones sobre la influencia del estado ponderal en la postura del pie según el sexo puede deberse a una combinación de factores metodológicos entre los que se incluye el tamaño de la muestra y su heterogeneidad, biológicos, contextuales y estadísticos.

Por otra parte, analizando los resultados obtenidos en esta investigación, destaca el elevado porcentaje de pie plano en niños (pie derecho 85%; pie izquierdo 79,7%) y niñas (pie derecho 74,8%; pie izquierdo 71,3%). Siguiendo la línea de resultados anteriormente mencionados, puede afirmarse que el estado ponderal no tiene relación respecto al pie plano infantil de la muestra estudiada. La alta prevalencia de pie plano en nuestra muestra, puede deberse a la existencia otros factores que pueden influir en el desarrollo del pie plano y que no han sido objeto de estudio en esta investigación, como el tipo de calzado utilizado, la actividad física, la estructura ósea del pie, la herencia genética o la hiperlaxitud ligamentosa, entre otros; También debe considerarse la existencia de diferentes criterios de diagnóstico aplicados en las investigaciones. Como ya se ha mencionado con anterioridad, el pie plano puede ser definido y diagnosticado de diferentes maneras en el campo de la investigación. Debido a la variabilidad de diagnósticos obtenidos al evaluar un pie con diferentes herramientas, la comparación de resultados podría verse afectada, y esto podría afectar a la detección de la relación de la postura del pie respecto al estado ponderal.

7. ALCANCES, LIMITACIONES Y PROSPECTIVA DEL ESTUDIO

Esta investigación tiene un alcance social ya que para alcanzar los objetivos y responder las hipótesis se estudiará a una muestra representativa de 296 niños y niñas de primaria, con edades comprendidas entre los 5 y 12 años. El alcance geográfico se limita al Colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza, España. En cuanto al alcance temporal, la recogida de datos se ha llevado a cabo durante el curso 2020/2021.

A continuación, se recogen las limitaciones encontradas a la hora de realizar esta investigación y se presenta *la prospectiva* a considerar en investigaciones futuras:

La edad media de la muestra es de ocho años, por lo que sería interesante seguir estudiando la evolución de la misma. *Los estudios prospectivos que abarquen una misma muestra infantil durante un periodo de tiempo a largo plazo, pueden resultar muy interesantes para obtener datos relevantes sobre el desarrollo del arco plantar y el tipo de huella según el crecimiento.*

Incrementar el número de estudios futuros que escojan el IPP como herramienta validada de referencia para el diagnóstico del PPI puede contribuir a la consideración importante de la valoración integral del complejo pie tobillo, poniendo énfasis en la importancia de la interpretación tridimensional de su estructura.

El estudio biomecánico del pie en esta investigación se ha delimitado exclusivamente al plano estático, ya que las herramientas elegidas se diseñaron originalmente para la evaluación del pie en posición estática. La variabilidad que presenta el miembro inferior durante la marcha ha quedado fuera del plano de estudio en esta investigación. *El análisis dinámico obtenido por plataformas de presiones o dispositivos digitales de la marcha puede aportar datos reales del comportamiento*

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

biomecánico del miembro inferior durante la marcha, sin limitar el diagnóstico exclusivamente al análisis estático, por lo que sería interesante incluir el análisis dinámico de la marcha en sucesivas investigaciones para obtener diagnósticos más completos en base a parámetros estáticos y dinámicos.

Referente a las herramientas elegidas para la clasificación del pie, no hay que olvidar que inicialmente dichas herramientas fueron desarrolladas para la evaluación del pie adulto. Los índices pueden tener diferentes niveles de validez y sensibilidad para detectar ciertos tipos de pies, como pie plano, pie normal o pie cavo. Si un índice es más sensible para detectar un tipo específico de pie que el otro, podría conducir a una mala correlación entre ellos. Además, la interpretación subjetiva de las mediciones de los índices, puede llevar a variabilidad entre diferentes observadores en la obtención de los resultados, lo que se conoce como variabilidad interevaluador.

Resulta interesante seguir realizando investigaciones en las que se estudien los niveles de sensibilidad y validez de las herramientas diagnósticas.

Referente a la herramienta IOTF elegida para calcular el IMC de los escolares en esta investigación hay que destacar que la herramienta ha sido elegida teniendo en cuenta el propósito de nuestra investigación, que se enmarca dentro de un estudio poblacional. El objetivo de nuestra investigación no ha ido encaminado a realizar ningún diagnóstico particular ni a estudiar la evolución del IMC durante un periodo de crecimiento determinado en la muestra estudiada. Las referencias obtenidas a partir de estudios poblacionales transversales son útiles, sobre todo, para hacer la primera o única observación de un niño o grupo de niños y para comparar los datos con otras poblaciones, que es lo que se pretende en este trabajo. Por tanto, desde este punto de vista epidemiológico, se consideran más adecuados como referencia los datos de IMC obtenidos a partir de estudios transversales como los aportados por esta

investigación. Con los resultados de nuestra investigación, se pretende seguir contribuyendo a la línea de estudio de la relación entre el IMC y el PPI.

Referente a los factores que pueden verse implicados en las diferencias existentes entre el estado ponderal entre niños y niñas, será interesante ampliar el análisis con más variables en un futuro. Por ejemplo, evaluar la cantidad y tipo de actividad física realizada por los escolares, y tiempo dedicado a actividades sedentarias como el uso de dispositivos electrónicos y valoración de las horas de sueño. Analizar la calidad de la dieta, los patrones de alimentación, y la ingesta calórica para identificar cómo la nutrición impacta en el estado ponderal y la salud general. Considerar el entorno familiar, el nivel socioeconómico y el apoyo emocional, la disponibilidad de espacios para actividad física, seguridad del entorno y acceso a alimentos saludables ya que estos pueden influir significativamente en los hábitos de vida de los niños y niñas y, consecuentemente, en el estado ponderal y la salud postural. Tener en cuenta condiciones médicas como trastornos metabólicos, genéticos, hormonales, u ortopédicos que puedan afectar tanto el peso como la postura del pie. Examinar el tipo de calzado usado habitualmente y las superficies sobre las cuales los escolares caminan y juegan, ya que estos factores pueden influir en la formación del arco del pie y en la postura.

Incorporar estos factores en futuras investigaciones permitirá obtener una comprensión más completa y detallada de cómo el sobrepeso y la obesidad infantil se relacionan con la postura del pie y otros aspectos críticos del desarrollo infantil. Esto, a su vez, puede guiar el diseño de intervenciones más efectivas y personalizadas para mejorar la salud y el bienestar de los niños y niñas.

Para futuros estudios, sería interesante considerar también la hipótesis inversa a la estudiada en este trabajo, donde los escolares afectados con pie plano podrían desarrollar estados ponderales más elevados a largo plazo, por dolor asociado

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

durante la práctica deportiva, disminución de la coordinación, mayor número de lesiones, menor capacidad de adaptación a las irregularidades del terreno, etc.;

8. CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos planteados en este trabajo, a continuación, se resumen las principales conclusiones extraídas tras la investigación realizada:

1. El diagnóstico ofrecido por el IPP sobre la población de estudio expone resultados compatibles con el pie fisiológico esperado en la muestra infantil estudiada, por lo que el IPP se considera apto para el diagnóstico del pie infantil frente a los otros dos índices en esta investigación. Las herramientas diagnósticas que evalúen los tres planos del conjunto pie-tobillo deben considerarse como principales vías de elección para clasificar el tipo de pie en la población infantil, siendo este el motivo por el cual el IS y el ICS, presentan una mala correlación respecto al IPP.

2. Ante la alta prevalencia de PPI en toda la muestra, se deben estudiar otros factores implicados en su desarrollo en futuras investigaciones ya que el IMC no influye en el desarrollo del PPI en la muestra estudiada.

3. El sexo masculino puede considerarse un factor predisponente para desarrollar PPI en la muestra estudiada, ya que los niños presentan una mayor incidencia de PPI que las niñas. Deben estudiarse otros factores que influyen en el desarrollo del PPI en sucesivas investigaciones con muestras más heterogéneas.

4. El sexo masculino puede considerarse un factor predisponente para desarrollar sobrepeso en la muestra estudiada, ya que los niños presentan una mayor incidencia de sobrepeso que las niñas. Deben estudiarse otros factores que influyen en el desarrollo del sobrepeso infantil en sucesivas investigaciones con muestras más heterogéneas.

9. ASPECTOS ÉTICOS

Por el tipo de estudio y procedimiento no invasivo a la hora de la recolección de datos, el balance riesgo/beneficio se considera de bajo riesgo. Según el tipo de estudio y la correlación de datos que se esperan obtener, la información obtenida podrá considerarse de utilidad en materia de prevención y salud pública. Respecto al tratamiento de los datos personales, se mantendrá la confidencialidad en todo momento y el estudio cuenta con la aceptación favorable del Comité Ético de Investigaciones de la Comunidad de Aragón (CEICA). (Ver anexo 4).

10. BIBLIOGRAFÍA

Abad, E., Térmens Arbós, J., Espinosa Mondaza, C., Subirà i Gomà, R., & Arnés, A. (2011). The foot posture index. análisis y revisión. *El Peu-Revista De Podología*, 2011, Vol.31, Num.4, P.190-197,

AESAN (2020). Estudio Aladino 2019: Estudio sobre alimentación, actividad física, desarrollo infantil y obesidad en España.

Ali, M. M. I., & Mohamed, M. S. E. (2011). Dynamic postural balance in subjects with and without flat foot. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 16(1), 7-11.

Algaba del Castillo et al., (2018), *El Índice de Postura del Pie: revisión de la literatura*. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 12(4). p. 379.

Alsuhaymi, A. M., Almohammadi, F. F., Alharbi, O. A., Alawfi, A. H., Olfat, M. M., Alhazmi, O. A., & Khoshhal, K. I. (2019). Flatfoot among school-age children in almadinah almunawwarah: Prevalence and risk factors. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*, 3, 204.

Anderson, G. S., Deluigi, F., Belli, G., Tentoni, C., & Gaetz, M. B. (2016). Training for improved neuro-muscular control of balance in middle aged females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(1), 10-18.

Anderson, H., Reyna, N., Beltrán, Y. H., Bermúdez, V., Chacín, M., Carrillo, S., Rodríguez, J. E., Salazar, J., Rojas, J., & Añez, R. (2019). Obesidad infantil: Un problema de pequeños que se está volviendo grande. *Revista Latinoamericana De Hipertensión*, 14(5), 616-623.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Aranceta-Bartrina, J., Gianzo-Citores, M., & Pérez-Rodrigo, C. (2020). Prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad abdominal en población española entre 3 y 24 años. estudio ENPE. *Revista Española De Cardiología*, 73(4), 290-299.

Argimon, J. M., Jiménez, J., Zurro, A. M., & Vilardell, M. (2010). Publicación científica biomédica: Cómo escribir y publicar un artículo de investigación. *Actividad Dietética*, 14(1), 47.

Ashizawa, K., Kumakura, C., Kusumoto, A., & Narasaki, S. (1997). Relative foot size and shape to general body size in javanese, filipinas and japanese with special reference to habitual footwear types. *Annals of Human Biology*, 24(2), 117-129.

Ballestero Pérez, R. (2015). Análisis clínico y baropodométrico de los niños con pie plano valgo flexible infantil en edad preescolar.

Banwell, H. A., Paris, M. E., Mackintosh, S., & Williams, C. M. (2018). Paediatric flexible flat foot: How are we measuring it and are we getting it right? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 11(1), 1-13.

Blas, C. R. (2007). Encuesta nacional de salud. *Índice*, 20, 9-11.

Benedetti, M. G., Ceccarelli, F., Berti, L., Luciani, D., Catani, F., Boschi, M., & Giannini, S. (2011). Diagnosis of flexible flatfoot in children: A systematic clinical approach. *Orthopedics*, 34(2)

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Bertsch, C., Unger, H., Winkelmann, W., & Rosenbaum, D. (2004). Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. first year results of 42 children. *Gait & Posture*, 19(3), 235-242.

Bhaskara, R. U., & Benjamin, J. (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. *J Bone Joint Surg.(Br)*, , 525-527.

Blount, W. P. (1954). Fractures in children. *Postgraduate Medicine*, 16(3), 209-216.

Bluman, E. M., Title, C. I., & Myerson, M. S. (2007). Posterior tibial tendon rupture: A refined classification system. *Foot and Ankle Clinics*, 12(2), 233-249.

Bonnet, W. L., & Baker, D. R. (1946). Diagnosis of pes planus by X-ray. *Radiology*, 46(1), 36-45.

Brian, G. P., Flores, R. S., Aguiar, L. A. C., Zaleta, E. M., Carranco, R. G. H., Aidaly, A. M., Esther, A. R. M., & Alfredo, M. V. J. (2021). Prevalencia de alteraciones músculoesqueléticas en niños escolares con obesidad en atención primaria: Prevalence of musculoskeletal disorders in school age children with obesity in primary care. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4693-4705.

Buldt, A. K., Murley, G. S., Butterworth, P., Levinger, P., Menz, H. B., & Landorf, K. B. (2013). The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait & Posture*, 38(3), 363-372.

Camarena, C. Á, & Villegas, W. P. (2010). Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Orthotips AMOT*, 6(4), 215-222.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Cappello, T., & Song, K. M. (1998). Determining treatment of flatfeet in children. *Current Opinion in Pediatrics*, 10(1), 77-81.

Carvalho, B. K. G. d., Penha, P. J., Penha, N. L. J., Andrade, R. M., Ribeiro, A. P., & João, S. M. A. (2017). The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10-to 14-year-old school children in são paulo, brazil: A cross-sectional study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 10, 1-7.

Catalán Reyes, J. L. (2021). Obesidad y su impacto sobre espalda baja y rodilla: Una revisión sistemática.

Cebey González, J. (2016). Efectividad del ejercicio terapéutico en el pie plano.

Cetin, A., Sevil, S., Karaoglu, L., & Yucekaya, B. (2011). Prevalence of flat foot among elementary school students, in rural and urban areas and at suburbs in anatolia. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 21, 327-331.

Chen, K., Yeh, C., Kuo, J., Hsieh, C., Yang, S., & Wang, C. (2011). Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children. *European Journal of Pediatrics*, 170, 611-617.

Chippaux, C. (1948). *Elements d'anthropologie. École d'application du Service de santé des troupes coloniales.*

Cho, Y., Park, J., & Nam, K. (2019). The relationship between foot posture index and resting calcaneal stance position in elementary school students. *Gait & Posture*, 74, 142-147.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Claessen, F. M., de Vos, R., Reijman, M., & Meuffels, D. E. (2014). Predictors of primary achilles tendon ruptures. *Sports Medicine*, 44, 1241-1259.

Cornwall, M. W., McPoil, T. G., Lebec, M., Vicenzino, B., & Wilson, J. (2008). Reliability of the modified foot posture index. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(1), 7-13.

Crespo Rodríguez, S., Malo Fumanal, S., & Moreno Franco, B. (2022). Políticas nutricionales en la prevención de la obesidad infantil. revisión bibliográfica.

Dahle, L. K., Mueller, M., Delitto, A., & Diamond, J. E. (1991). Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(2), 70-74.

de Bergua-Domingo, J. M., García-Paños, J. P., & Knörr, J. (2020). Pie y tobillo. Paper presented at the Pie, , 34(1)

De La Cruz García, Y. (2019). Relación entre pie plano y equilibrio dinámico en los estudiantes de la IE nuestra señora del carmen de lima https://doi.org/http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/12018/Tesis_60465.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De la Fuente, J. L. M. (2003). *Podología general y biomecánica*. Masson.

De Onis, M. (2015). Valores de referencia de la organización mundial de la salud. ML.El Ebook ECOG'S Sobre Niños Y Adolescentes Obesos.: Extraído De Ebook.Ecogobesity.Eu,

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

del Castillo, J. A., Coheña-Jiménez, M., Tudela, A. P., & García, M. d. R. R. (2019). El índice de postura del pie: Revisión de la literatura. *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 12(4), 376-380.

Diéguez, S. L., Sánchez, A. J. L., & López, E. J. M. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *RETOS: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación*, (19), 49-53.

Duchenne, G. (1959). *Physiology of motion demonstrated by means of electrical stimulation and clinical observation and applied to the study of paralysis and deformities*. WB Saunders.

Echarri, J. J., & Forriol, F. (2003). The development in footprint morphology in 1851 congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 12(2), 141-146.

Edajube. (2021, January 6). *Superficies, partes, huesos y retináculos del tobillo y del pie [fotografía]*. Enfermería. Disponible en: <https://enfermeria.top/apuntes/anatomia/miembro-inferior/pie/>

El Pie Plano de los Niños. Las causas de pie plano de los niños [Fotografía]. (2016). Disponible en: <https://www.guiainfantil.com/el-pie-plano-de-los-ninos-bebes.htm>

Elvira, J. L. L., García, F. J. V., Meana, M., & Herrero, J. A. G. (2008). Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética: Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. *European Journal of Human Movement*, (20), 41-60.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Estudio ALADINO. estudio de vigilancia del crecimiento, alimentación, actividad física, desarrollo infantil y obesidad en españa. (2019).

Evans, A. M., Copper, A. W., Scharfbillig, R. W., Scutter, S. D., & Williams, M. T. (2003). Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 93(3), 203-213.

Evans, A. M., & Rome, K. (2011). A review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med*, 47(1), 1-21.

Evans, A. M., & Karimi, L. (2015). The relationship between paediatric foot posture and body mass index: Do heavier children really have flatter feet? *Journal of Foot and Ankle Research*, 8(1), 1-7.

Ezema, C. I., Abaraogu, U. O., & Okafor, G. O. (2014). Flat foot and associated factors among primary school children: A cross-sectional study. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 32(1), 13-20.

Fixsen, J. A. (1998). Problem feet in children. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 91(1), 18-22.

Ford, S. E., & Scannell, B. P. (2017). Pediatric flatfoot: Pearls and pitfalls. *Foot and Ankle Clinics*, 22(3), 643-656.

Forriol, F., & Pascual, J. (1990). Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot & Ankle*, 11(2), 101-104.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Francisco Corbi Soler. (2008). Biomecánica del pie. presiones plantares y patología. (1ª edición ed.)

Fuentes-Venado, C. E., Ángeles-Ayala, A., Salcedo-Trejo, M. S., Sumano-Pérez, L. J., Viveros-del Valle, C. Y., Martínez-Herrera, E. O., Frías-de León, M. G., González-Gutiérrez, L. E., Monjaras-Bernal, I. G., & Pinto-Almazán, R. (2020). Evaluación comparativa del pie plano en preescolares. *Boletín Médico Del Hospital Infantil De México*, 77(6), 312-319.

García Fernández, C. (2019). Relación de la obesidad sobre el pie plano: Una revisión sistemática.

García-Solano, M., Gutiérrez-González, E., López-Sobaler, A. M., Ruiz-Álvarez, M., Bermejo López, L. M., Aparicio, A., García-López, M. A., Yusta-Boyo, M. J., Robledo de Dios, T., & Villar Villalba, C. (2021). Situación ponderal de la población escolar de 6 a 9 años en España: Resultados del estudio ALADINO 2019. *Nutrición Hospitalaria*, 38(5), 943-953.

Gasol Foundation. (2019). Informe estudio PASOS 2019 sobre la actividad física, los estilos de vida y la obesidad de la población española de 8 a 16 años. 2019. (). <https://www.gasolfoundation.org/wp-content/uploads/2019/11/Informe-PASOS-2019-online.pdf>

Gijón-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Martínez-Nova A, Alfageme-García P, Cervera-Marín JA, Morales-Asencio JM. Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study. *J Paediatr Child Health*. 2017 Jan;53(1):33-37. doi: 10.1111/jpc.13314. Epub 2016 Sep 22.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Gijón - Nogueron, G., Marchena - Rodríguez, A., Montes - Alguacil, J., & Evans, A. M. (2020a). Evaluation of the paediatric foot using footprints and foot posture index: A cross - sectional study. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(2), 201-206.

Gijón - Nogueron, G., Marchena - Rodríguez, A., Montes - Alguacil, J., & Evans, A. M. (2020b). Evaluation of the paediatric foot using footprints and foot posture index: A cross - sectional study. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(2), 201-206.

Gijón-Nogueron, G., & Fernández-Villarejo, M. (2015). Risk factors and protective factors for lower-extremity running injuries: A systematic review. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105(6), 532-540.

Gijón-Nogueron, G., Montes-Alguacil, J., Alfageme-García, P., Cervera-Marín, J. A., Morales-Asencio, J. M., & Martínez-Nova, A. (2016). Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: A cross-sectional study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9(1), 1-8.

Giral, M. J. P. (2017). No title. *Repercusiones De La Obesidad a Nivel Musculoesquelético En La Infancia Y La Adolescencia: Revisión Sistemática Exploratoria*,

Golightly, Y. M., Hannan, M. T., Dufour, A. B., Hillstrom, H. J., & Jordan, J. M. (2014). Foot disorders associated with overpronated and oversupinated foot function: The johnston county osteoarthritis project. *Foot & Ankle International*, 35(11), 1159-1165.

Gould, N., Moreland, M., Alvarez, R., Trevino, S., & Fenwick, J. (1989). Development of the child's arch. *Foot & Ankle*, 9(5), 241-245.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Gray, E. G., & Basmajian, J. V. (1968). Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. *The Anatomical Record*, 161(1), 1-15.

Guerra, R. H. (2006). Prevalencia del pie plano en niños y niñas en las edades de 9 a 12 años. *Revista Internacional De Medicina Y Ciencias De La Actividad Física Y Del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 6(23), 165-172.

Hallems, A., D'Août, K., De Clercq, D., & Aerts, P. (2003). Pressure distribution patterns under the feet of new walkers: The first two months of independent walking. *Foot & Ankle International*, 24(5), 444-453.

Haraldsson, S. (1965). Pes plano-valgus staticus juvenilis and its operative treatment. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 35(1-4), 234-256.

Harris, E. J. (2010). The natural history and pathophysiology of flexible flatfoot. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 27(1), 1-23.

Hawes, M. R., Nachbauer, W., Sovak, D., & Nigg, B. M. (1992). Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot & Ankle*, 13(1), 22-26.

Hawke, F., Rome, K., & Evans, A. M. (2016). The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole-body flexibility in healthy children aged 7 to 15 years. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9, 1-5.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Hazzaa, H. H., El-Meniawy, G. H., Ahmed, S. E., & Bedier, M. B. (2015a). Correlation between gender and age and flat foot in obese children. *Trends in Applied Sciences Research*, 10(4), 207.

Hegazy, F. A., Aboelnasr, E. A., Salem, Y., & Zaghloul, A. A. (2020). Validity and diagnostic accuracy of foot posture index-6 using radiographic findings as the gold standard to determine paediatric flexible flatfoot between ages of 6–18 years: A cross-sectional study. *Musculoskeletal Science and Practice*, 46, 102107.

Heggannavar, A., Ramannavar, P., & Metgud, S. (2016). Effect of foot posture index associated with body mass index and standing balance in healthy population: An observational study. *Int J Physiother Res*, 4(3), 1540-1545.

Hoke, M. (1931). An operation for the correction of extremely relaxed flat feet. *Jbjs*, 13(4), 773-783.

Howard, J. S., & Briggs, D. (2006). The arch-height-index measurement system: A new method of foot classification. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 11(5), 56-57.

Indoung, N. (2021, October 3). *Vector de los arcos del pie. Anatomía del esqueleto de pie*. Disponible en: Dreamstime. <https://es.dreamstime.com/arcos-del-vector-pies-anatom%C3%ADa-esqueleto-de-pie-ilustraci%C3%B3n-image231248859>

Jannah, S. M. (2019). The relationship between age, gender, and body mass index to the prevalence of flatfoot in primary school children in laweyan. Paper presented at

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

the Proceedings of the International Conference on Applied Science and Health, (4) 689-693.

Jara Delgado, S. L., & Riojas Vera, D. I. (2018). Actividad física y pie plano en alumnos de una institución educativa de Chiclayo 2018.

Jiménez-Cebrián, A. M., Morente-Bernal, M. F., Román-Bravo, P. D., Saucedo-Badía, J. F., Alonso-Ríos, J. A., & Montiel-Luque, A. (2017). Influence of age, sex, and anthropometric determinants on the foot posture index in a pediatric population. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 107(2), 124-129.

Jones, B. S. (1975). Flat foot: A preliminary report of an operation for severe cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 57(3), 279-282.

Jones, R. L. (1941). The human foot. an experimental study of its mechanics, and the role of its muscles and ligaments in the support of the arch. *American Journal of Anatomy*, 68(1), 1-39.

Kamiya, T., Uchiyama, E., Watanabe, K., Suzuki, D., Fujimiya, M., & Yamashita, T. (2012). Dynamic effect of the tibialis posterior muscle on the arch of the foot during cyclic axial loading. *Clinical Biomechanics*, 27(9), 962-966.

Kapandji, A. I. (2010). *Fisiología articular*, tomo I, tomo II, tomo III. Madrid: Panamericana,

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Kaufer-Horwitz, M., & Toussaint, G. (2008). Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. *Boletín Médico Del Hospital Infantil De México*, 65(6), 502-518.

KAYMAZ, B. (2022). Pediatric pes planus (flatfoot). *Family Practice and Palliative Care*, 7(4), 118-123.

Keenan, A., Redmond, A. C., Horton, M., Conaghan, P. G., & Tennant, A. (2007). The foot posture index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 88-93.

Khatatbeh, M., & Dabayeb, I. (2012). Effectiveness of specialized small motor games for the improvement of dynamic balance in flexible flat foot. *Jordan Medical Journal*, 171(787), 1-22.

Kouchi, M. (1998). Foot dimensions and foot shape: Differences due to growth, generation and ethnic origin. *Anthropological Science*, 106(Supplement), 161-188.

Kusumoto, A. (1990). Comparative foot dimensions in filipino rural children and tokyo children. *Annals of Human Biology*, 17(3), 249-255.

Langley, B., Cramp, M., & Morrison, S. C. (2016). Clinical measures of static foot posture do not agree. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9(1), 1-6.

Lee, C., & Kim, M. (2014). The effects on muscle activation of flatfoot during gait according to the velocity on an ascending slope. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 675-677.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Lee, C., Kim, M., & Cho, M. S. (2012). The relationship between balance and foot pressure in fatigue of the plantar intrinsic foot muscles of adults with flexible flatfoot. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(8), 699-701.

Lee, J. S., Kim, K. B., Jeong, J. O., Kwon, N. Y., & Jeong, S. M. (2015a). Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 10-17.
<https://doi.org/10.5535/arm.2015.39.1.10>

López-Fuenzalida, A., Rodríguez Canales, C., Reyes Ponce, Á, Contreras Molina, Á, Fernández Quezada, J., & Aguirre Polanco, C. (2016). Asociación entre el estado nutricional y la prevalencia de pie plano en niños chilenos de 6 a 10 años de edad. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), 249-254.

Lozano, A. G. M. (2009). Pie plano en la infancia y adolescencia. conceptos actuales. *Revista Mexicana De Ortopedia Pediátrica*, 11(1), 5-13.

Machado, K., Gil, P., Ramos, I., & Pírez, C. (2018). Sobrepeso/obesidad en niños en edad escolar y sus factores de riesgo. *Archivos De Pediatría Del Uruguay*, 89, 16-25.

Machicao Curazi, N. (2011). Pie plano y disfunción temporomandibular en estudiantes de secundaria colegio saco oliveros montessori, lima-cercado, 2010.

MANN, R., & INMAN, V. T. (1964). Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. *Jbjs*, 46(3), 469-481.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Martínez, B. R., De Oliveira, J. C., Vieira, K. V. S. G., & Yi, L. C. (2019). Translation, cross-cultural adaptation, and reliability of the foot posture index (FPI-6)–Brazilian version. *Physiotherapy Theory and Practice*,

Martínez-Nova, A., Gijón-Noguerón, G., Alfageme-García, P., Montes-Alguacil, J., & Evans, A. M. (2018). Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study. *Gait & Posture*, 62, 280-284.

Mauch, M., Mickle, K. J., Munro, B. J., Dowling, A. M., Grau, S., & Steele, J. R. (2008). Do the feet of German and Australian children differ in structure? Implications for children's shoe design. *Ergonomics*, 51(4), 527-539.

Mbaka, G. O., & Adelaja, M. (2021). Influence of BMI on foot posture alignment in resting gait of secondary school children in Lagos metropolis aged 10 to 18 years. *Annals of African Medical Research*, 4(1)

Michaud, T. C. (1993). *Foot orthoses and other forms of conservative foot care*. Williams & Wilkins.

Mickle, K. J., Steele, J. R., & Munro, B. J. (2006). The feet of overweight and obese young children: Are they flat or fat? *Obesity*, 14(11), 1949-1953.

Mickle, K. J., Steele, J. R., & Munro, B. J. (2008). Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 28(5), 593-596.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Nota técnica. Principales resultados, 2017. Encuesta nacional de salud en España (ENSE). https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ ENSE2017_notatecnica.pdf

Miralles Marrero, R. C., Miralles Rull, I., & Puig, M. (2005). Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. Miralles Marrero RC, Miralles Rull. Biomecánica De La Inestabilidad Articular. 2ª Ed. Barcelona: Masson, , 254-281.

Molina-García, P., Miranda-Aparicio, D., Ubago-Guisado, E., Álvarez-Bueno, C., Vanrenterghem, J., & Ortega, F. B. (2021). The impact of childhood obesity on joint alignment: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 101(7), pzab066.

Moreno, J. L. (2009). Capítulo 5: Patología interrelacionada. podología general y biomecánica.

Morley, A. (1957). Knock-knee in children. *British Medical Journal*, 2(5051), 976.

Morrison, S. C., & Ferrari, J. (2009). Inter-rater reliability of the foot posture index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2, 1-5.

Mosca, V. S. (2010). Flexible flatfoot in children and adolescents. *Journal of Children's Orthopaedics*, 4(2), 107-121.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Mueller, S., Carlsohn, A., Mueller, J., Baur, H., & Mayer, F. (2016). Influence of obesity on foot loading characteristics in gait for children aged 1 to 12 years. *PloS One*, 11(2), e0149924.

Mulligan, E. P., & Cook, P. G. (2013). Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual Therapy*, 18(5), 425-430.

Neal, B. S., Griffiths, I. B., Dowling, G. J., Murley, G. S., Munteanu, S. E., Franettovich Smith, M. M., Collins, N. J., & Barton, C. J. (2014). Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7, 1-13.

Niederecker, K. (1932). Operationsverfahren zur behandlung des plattfusses. *Chir Pediatr*, 4, 182-183.

Nilgun, B., Simsek, I., Suat, E., Yakut, Y., & Uygur, F. (2012). Home-based general versus center-based selective rehabilitation in patients with posterior tibial tendon dysfunction. *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*, 46(4), 286-292.

Noakes, H., & Payne, C. (2003). The reliability of the manual supination resistance test. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 93(3), 185-189.

Nordin, M., & Frankel, V. H. (2004). *Biomecánica básica del sistema musculoesquelético*. McGraw-Hill.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Núñez-Samper, M., & Llanos Alcázar, L. F. (1997). Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Masson.

Oatis, C. A. (2009). Kinesiology the mechanics and pathomechanics of human movement. Wolters Kluwer.

OCDE. (2019). The heavy burden of obesity. <https://doi.org/10.1787/67450d67-en>

O'Leary, C. B., Cahill, C. R., Robinson, A. W., Barnes, M. J., & Hong, J. (2013). A systematic review: The effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26(2), 117-123.

Oleksy, Ł, Mika, A., Łukomska-Górny, A., & Marchewka, A. (2010). Intrarater reliability of the foot posture index (FPI-6) applied as a tool in foot assessment in children and adolescents. *Medical Rehabilitation*, 14, 18-28.

Onodera, A. N., Sacco, I. C. N., Morioka, E. H., Souza, P. S., de Sá, M. R., & Amadio, A. C. (2008). What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *The Foot*, 18(3), 142-149.

Organización Mundial de la Salud. (2017, 10 datos sobre la obesidad. (OMS).. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Organización Mundial de la Salud. (2021, 9 de junio de). Obesidad y sobrepeso. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Ozonoff, M. B. (1979). *Pediatric orthopedic radiology*. WB Saunders Company.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Paediatric flatfoot. Pie Plano Pediátrico [Fotografía]. (2022).

<https://www.foothealthfacts.org/conditions/pediatric-flatfoot>

Padilla, V. (2011). Evaluación del tratamiento ortopodológico en el pie plano flexible en niños de tres a cinco años de edad. REDUCA, Enfermería, Fisioterapia Y Podología., 3(2)

Panichawit, C., Bovonsunthonchai, S., Vachalathiti, R., & Limpasutirachata, K. (2015). Effects of foot muscles training on plantar pressure distribution during gait, foot muscle strength, and foot function in persons with flexible flatfoot. Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet Thangphaet, 98, 12.

Pascual Gutiérrez, R., López Ros, P., & García Campos, J. Patrones torsionales de los miembros inferiores asociados al pie plano infantil. Es Necesario Y Eficaz El Tratamiento. Comunicación, 40

Pauk, J., Ezerskiy, V., Raso, J. V., & Rogalski, M. (2012). Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet. Journal of the American Podiatric Medical Association, 102(2), 114-121.

Pfeiffer, M., Kotz, R., Ledl, T., Hauser, G., & Sluga, M. (2006). Prevalence of flat foot in preschool-aged children. Pediatrics, 118(2), 634-639.

Podología Infantil [fotografía]. (2022). Clínica Mayral foot center. Disponible en:
<https://clinicamayral.com/podologia-infantil/>

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Rao, U. B., & Joseph, B. (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 74(4), 525-527.

Razeghi, M., & Batt, M. E. (2002). Foot type classification: A critical review of current methods. *Gait & Posture*, 15(3), 282-291.

Redmond, A. (2005). The foot posture index, six item version FPI-6. user guide and manual.

Redmond, A. C., Crosbie, J., & Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The foot posture index. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 89-98.

Revenga-Giertych, C., & Bulo-Concellón, M. P. (2005). El pie plano valgo: Evolución de la huella plantar y factores relacionados. *Revista De Ortopedia Y Traumatología*, 49(4), 271-280.

Revista Consumer. (2022). *Obesidad Infantil*. 40, p.30.

Riddiford-Harland, D. L., Steele, J. R., & Storlien, L. H. (2000). Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *International Journal of Obesity*, 24(5), 541-544.

Ringleb, S. I., Kavros, S. J., Kotajarvi, B. R., Hansen, D. K., Kitaoka, H. B., & Kaufman, K. R. (2007). Changes in gait associated with acute stage II posterior tibial tendon dysfunction. *Gait & Posture*, 25(4), 555-564.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Rome, K., Ashford, R. L., & Evans, A. (2010). Non - surgical interventions for paediatric PEs planus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7)

Root, M. L. (1977). Normal and abnormal function of the foot. *Clinical Biomechanics*, 457-459.

Rose, G. K., Welton, E. A., & Marshall, T. (1985). The diagnosis of flat foot in the child. *The Journal of Bone and Joint Surgery.British Volume*, 67(1), 71-78.

Rueda de Castro, A. M., Muñoz Rebollo, R., Conejo Gaspar, G., & Capitán Gutiérrez, J. M. (2017). Sobrepeso y obesidad en escolares de educación primaria de sevilla. (). Sevilla:

Rufach Pagès, M. (2021). Postura normal del pie en niños de 4 a 6 años asociada al índice de masa corporal, a la hiperlaxitud y la disfunción del tibial posterior.

Sacco, I. C., Onodera, A. N., Bosch, K., & Rosenbaum, D. (2015). Comparisons of foot anthropometry and plantar arch indices between german and brazilian children. *BMC Pediatrics*, 15(1), 1-6.

Saldívar-Cerón, H. I., Garmendia Ramírez, A., Rocha Acevedo, M. A., & Pérez-Rodríguez, P. (2015). Obesidad infantil: Factor de riesgo para desarrollar pie plano. *Boletín Médico Del Hospital Infantil De México*, 72(1), 55-60.

Salvador, J.J. R. (2011). *Técnica del radiofotopodograma*. *Imagen Diagnóstica*, 2(1), 38-42.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Sánchez-Delgado, G., Cadenas Sánchez, C., Martínez Téllez, B. M., Mora González, J. R., Ruiz Ruiz, J., & Ortega Porcel, F. B. (2020). Hoja de cálculo para calcular IMC en niños y adolescentes.

Seoane Fariña, L. (2022). Estudio de concordancia diagnóstica interobservador entre morfología de la huella plantar mediante inspección visual, el foot posture index y el patrón dinámico para el diagnóstico de pie plano infantil.

Serra Majem, L., Ribas Barba, L., Aranceta Bartrina, J., Pérez Rodrigo, C., Saavedra Santana, P., & Peña Quintana, L. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. resultados del estudio enKid (1998-2000). *Med. Clín (Ed. Impr.)*, , 725-732.

Smirak. (1960). Příspěvek k problematice ploché nohy u školní a pracující mládeže. *der plattfuß bei der schuljugend und den arbeitsreserven*. SPN.

Smith, M. A. (1990). Flat feet in children. *BMJ: British Medical Journal*, 301(6758), 942.

Sobradillo, B., Aguirre, A., Aresti, U., Bilbao, A., Fernández-Ramos, C., Lizárraga, A., Lorenzo, H., Madariaga, L., Rica, I., & Ruiz, I. (2004). Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal). Bilbao: Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre, 36

Solano Martínez, K. R. (2020). Hiper movilidad articular asociado a pie plano flexible en los escolares de una institución educativa - Huancayo 2019
<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2130>

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Solves Ros, E., & Chiva Miralles, M. J. (2019). Relación del índice de masa corporal elevado asociado a la postura del pie y la actividad deportiva en la edad pediátrica. *EJPOD: European Journal of Podiatry= Revista Europea De Podología*, 5(2), 47-53.

Staheli, L. T. (1987). Evaluation of planovalgus foot deformities with special reference to the natural history. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 77(1), 2-6.

Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyzois, V. (2005). The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: A cross-sectional study based on footprints in a mediterranean population. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 44(6), 424-428.

Stewart, S. F. (1970). Human gait and the human foot: An ethnological study of flatfoot: Part I. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 70, 111-123.

Stolzman, S., Irby, M. B., Callahan, A. B., & Skelton, J. A. (2015). Pes planus and paediatric obesity: A systematic review of the literature. *Clinical Obesity*, 5(2), 52-59.

Suárez Valenzuela, D. X. (2017). El pie plano y su influencia en el equilibrio estático de los estudiantes del circuito n°1 de la ciudad de milagro <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24580>

Suciati, T., Adnindya, M. R., Septadina, I. S., & Pratiwi, P. P. (2019). Correlation between flat feet and body mass index in primary school students. Paper presented at the *Journal of Physics: Conference Series*, 1246(1) 012063.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Szczepanowska-Wołowicz, B., Sztandera, P., Kotela, I., & Zak, M. (2021). Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children: A cross sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5196.

Tachdjian, M. O. (1985). *The child's foot*,

Tashiro, Y., Fukumoto, T., Uritani, D., Matsumoto, D., Nishiguchi, S., Fukutani, N., Adachi, D., Hotta, T., Morino, S., & Shirooka, H. (2015). Children with flat feet have weaker toe grip strength than those having a normal arch. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(11), 3533-3536.

Templeton, A. W., McAlister, W. H., & Zim, I. D. (1965). Standardization of terminology and evaluation of osseous relationships in congenitally abnormal feet. *The American Journal of Roentgenology, Radium Therapy, and Nuclear Medicine*, 93, 374-381.

Terada, M., Wittwer, A. M., & Gribble, P. A. (2014). Intra - rater and inter - rater reliability of the five image - based criteria of the foot posture index - 6. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(2), 187.

Uden, H., Scharfbillig, R., & Causby, R. (2017). The typically developing paediatric foot: ¿How flat should it be? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 10, 1-17.

Unger, H., & Rosenbaum, P. D. D. D. (2004). Gender-specific differences of the foot during the first year of walking. *Foot & Ankle International*, 25(8), 582-587.

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Vangara, S. V., Kumar, D., Gopichand, P. V., & Puri, N. (2019). Assessment of staheli arch index in tribal children of jharkhand state. *Int J Anat Res*, 7(1.2), 6161-6165.

Viladot, A., & Viladot, R. (2009). 20 lecciones sobre patología del pie (1ª edición ed.).

Villarroya, M.A., Esquivel, J.M., Tomás, C., Buenafé, A., & Moreno, L. (2008). Foot structure in overweight and obese children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 3(1), 39-45.

Voegeli, A. V. (2003). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Revista Española De Reumatología*, 30(9), 469-477.

Volpon, J. B. (1994). Footprint analysis during the growth period. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 14(1), 83-85.

Wang, Y., Chen, Z., Wu, Z., Li, J., Li, C., Yang, J., Chen, W., Ye, Z., Shen, X., & Jiang, T. (2023). Reliability of foot posture index (FPI-6) for evaluating foot posture in patients with knee osteoarthritis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1103644.

World Obesity Federation. (2022). *Global atlas on childhood obesity*. Mapa mundial de la obesidad infantil [fotografía]. <https://www.worldobesity.org/membersarea/global-atlas-on-childhood-obesity>

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Woźniacka, R., Bac, A., Matusik, S., Szczygieł, E., & Ciszek, E. (2013). Body weight and the medial longitudinal foot arch: ¿High-arched foot, a hidden problem? *European Journal of Pediatrics*, 172, 683-691.

Yan, S., Li, R., Shi, B., Wang, R., & Yang, L. (2020). Mixed factors affecting plantar pressures and center of pressure in obese children: Obesity and flatfoot. *Gait & Posture*, 80, 7-13.

Yates, B., & White, S. (2004). The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(3), 772-780.

Yihong, Z., Hao, L., Shiyang, Y., Ruoyi, L. I., & Luming, Y. (2020). Age-related influence of obesity on plantar pressure in children aged 7-14. *Revista De Pielarie Incaltaminte*, 20(1), 65.

Zuil-Escobar, J. C., Martínez-Cepa, C. B., Martín-Urrialde, J. A., & Gómez-Conesa, A. (2016). Reliability and accuracy of static parameters obtained from ink and pressure platform footprints. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 39(7), 510-517.

Žukauskas, S., Barauskas, V., & Čekanauskas, E. (2021). Comparison of multiple flatfoot indicators in 5–8-year-old children. *Open Medicine*, 16(1), 246-256.

11. ANEXOS

Anexo 1. Tablas de referencia del IPP-6

THE FOOT POSTURE INDEX[®] ***FPI-6***

Reference Sheet

The patient should stand in their relaxed stance position with double limb support. The patient should be instructed to stand still, with their arms by the side and looking straight ahead. It may be helpful to ask the patient to take several steps, marching on the spot, prior to settling into a comfortable stance position. During the assessment, it is important to ensure that the patient does not swivel to try to see what is happening for themselves, as this will significantly affect the foot posture. The patient will need to stand still for approximately two minutes in total in order for the assessment to be conducted. The assessor needs to be able to move around the patient during the assessment and to have uninterrupted access to the posterior aspect of the leg and foot.

If an observation cannot be made (e.g. because of soft tissue swelling) simply miss it out and indicate on the datasheet that the item was not scored.

If there is genuine doubt about how high or low to score an item always use the more conservative score.

Rearfoot Score	-2	-1	0	1	2
Talar head palpation	Talar head palpable on lateral side/ but not on medial side	Talar head palpable on lateral side/ slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head slightly palpable on lateral side/ palpable on medial side	Talar head not palpable on lateral side/ but palpable on medial side
Curves above and below the malleoli	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter/ more shallow than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below malleolus markedly more concave than curve above malleolus
Calcaneal inversion/eversion	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
Forefoot Score	-2	-1	0	1	2
Talo-navicular congruence	Area of TNJ markedly concave	Area of TNJ slightly, but definitely concave	Area of TNJ flat	Area of TNJ bulging slightly	Area of TNJ bulging markedly
Medial arch height	Arch high and acutely angled towards the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central portion	Arch very low with severe flattening in the central portion – arch making ground contact
Forefoot abd/adduction	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible

For further information, manuals and extra datasheets see: www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI/

Foot Posture Index Datasheet

Patient name	ID number
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2	<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2	<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TNJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

Reference values
 Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
 www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Foot Posture Index Datasheet

Patient name	ID number
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2	<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2	<i>Left</i> -2 to +2	<i>Right</i> -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TNJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

Reference values
 Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
 www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Anexo 2. Protocolo de información y consentimiento informado

HOJA INFORMATIVA PARA LAS FAMILIAS DE LOS ALUMNOS DE PRIMARIA COLEGIO SAN AGUSTÍN DE ZARAGOZA Curso 2020-21

Nos ponemos en contacto con ustedes para informales del proyecto que va a desarrollar en este Centro la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte de la Universidad de Zaragoza.

El proyecto, de carácter voluntario, está diseñado para escolares de primaria de la ciudad de Zaragoza. El objetivo del mismo consiste en realizar una exploración de la huella plantar de los niños/as, y una valoración de su peso y estatura para obtener datos que nos permitan averiguar en qué grado están asociados el tipo de huella plantar con el índice de masa corporal de los escolares.

Agradeceríamos la participación ya que la información que se obtendrá resulta relevante desde el punto de vista preventivo, la detección precoz de los factores que causan patologías del miembro inferior durante el desarrollo infantil puede prevenir patologías mayores que aparezcan a lo largo de la edad adulta.

Para la obtención de las huellas, peso y estatura, los escolares que decidan participar, serán medidos, pesados y pedigrafiados en una sala habilitada para tal efecto durante el horario escolar, siguiendo las normas de seguridad y protocolo habitual del centro en materia de prevención frente a la COVID19.

Previamente a estas sesiones de recogida de información, el profesorado habrá recibido una sesión informativa donde se les explicará la magnitud del estudio, los puntos más relevantes del mismo y se marcarán unas directrices organizativas generales referentes a la sala de recogida de los datos, fechas en el calendario para recoger los mismos sin que interfieran con exámenes o eventos importantes para el alumnado, importancia de la recogida anónima de los datos, así como su procesamiento. La investigadora está en contacto permanente con la directora de Primaria del centro para coordinar el proyecto, y queda a disposición de padres, madres, tutores y profesores para cualquier duda que pueda surgir, pudiéndose poner en contacto en el correo que a continuación se detalla: **podoestudio@gmail.com**.

A continuación, se adjunta el Documento de Información para el participante, donde encontrarán más información relevante al proyecto, así como el Documento de Consentimiento Informado, que debe cumplimentarse correctamente y firmarse por ambos padres/madres/tutores del niño/a sirviendo de autorización.

Agradecerles su tiempo y colaboración,

Lidia Martínez de Sus
Núm. Col. 160

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

Título de la investigación: Huella plantar y factores relacionados con su desarrollo en escolares de primaria de la ciudad de Zaragoza.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Investigador Principal: LIDIA MARTINEZ DE SUS

Tfno.: 652842079 Email: podostudio@gmail.com

Centro FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DEPORTE

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar la autorización para la participación de su hijo/a en un proyecto de investigación de la Universidad de Zaragoza que estamos realizando en el colegio San Agustín de Zaragoza. Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque se está llevando a cabo un estudio antropométrico y de la huella plantar en escolares de primaria de la ciudad de Zaragoza en el que se deben recabar datos relacionados con la edad del niño/a, su estatura y peso y relacionarlos con su tipo de huella plantar.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo de este estudio consiste en averiguar si existe alguna relación entre el tipo de huella plantar de los escolares y diversos factores que podrían considerarse influyentes, como pueden ser el sobrepeso o la obesidad. La detección precoz de los factores que pueden considerarse desencadenantes de diversas patologías del miembro inferior, puede servir de ayuda para un mejor desarrollo físico y motriz de los niños y niñas. Es por este motivo por el cual se hace necesario recabar datos que nos ayuden a obtener información y que nos ayuden como profesionales a poder diseñar herramientas adecuadas de detección temprana.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

La visita a los niños y niñas será en horario escolar, con la presencia del tutor/a. La duración estimada de la toma de medidas y huellas por cada niño será de 10 minutos.

En todo momento se mantendrá el protocolo COVID diseñado e implantado en el centro escolar. Se procederá a pesarles y medirles vestidos, con el fin de reducir el contacto físico, si bien se le pedirá al niño que se descalce para la toma de la huella plantar en el pedígrafo.

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

No se describen riesgos aparentes durante la exploración.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no es probable que obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance científico y al beneficio social. Usted no recibirá ninguna compensación económica por la participación de su hijo.

7. ¿Cómo se van a tratar los datos personales?

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: LIDIA ISABEL MARTÍNEZ DE SUS

Finalidad: Los datos personales serán tratados exclusivamente para el trabajo de investigación a los que hace referencia este documento.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD 2016/679) ante el investigador principal del proyecto, pudiendo obtener información al respecto dirigiendo un correo electrónico a la dirección dpd@salud.aragon.es.

Podrá consultar información adicional y detallada en el Registro de Actividades de Tratamiento del Gobierno de Aragón, en el siguiente enlace: https://aplicaciones.aragon.es/notif_lopd_pub/details.action?fileId=731

Así mismo, en cumplimiento de lo dispuesto en el RGPD, se informa que, si así lo desea, podrá acudir a la Agencia de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>) para presentar una reclamación cuando considere que no se hayan atendido debidamente

sus derechos. El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

A partir de los resultados del trabajo de investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

9. ¿Quién financia el estudio?

Este proyecto no recibe financiación de ningún tipo.

10. ¿Se me informará de los resultados del estudio?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, se le informará en cuanto termine la investigación, si se puede llevar a cabo, de los resultados de la misma.

11. ¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención a la investigadora principal del estudio.

12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto de la investigadora responsable del estudio. Puede dirigirse a ella en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del PROYECTO: Huella plantar y factores relacionados con su desarrollo en escolares de primaria de la ciudad de Zaragoza

Yo, (Nombre y apellidos de la madre/padre/tutor)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

Comprendo que la participación de mi hijo/a, es voluntaria.

Comprendo que puedo retirar del estudio a mi hijo/a:

- 1) cuando quiera
- 2) sin tener que dar explicaciones

Presto libremente mi consentimiento para que mi hijo/a pueda participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de nuestros datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Sírvase de guardar este documento cumplimentado como copia de este Consentimiento Informado.

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio a la madre/padre/tutor/a del niño/a autorizado/a

Firma madre/tutora

Firma padre/tutor

Zaragoza, a de de 2021.

Firma Investigadora: LIDIA ISABEL MARTINEZ DE SUS

Fecha:

Anexo 3. Hoja de recogida de datos

Foot Posture Index Datasheet Modified*

Número escolar:

ITEM			
		<i>Izdo</i> -2 to +2	<i>Dcho</i> -2 to +2
Retropié	1. Palpación cabeza astrágalo		
	2. Curvatura supra e inframaleolar		
	3. Inversión/eversión del calcáneo		
Antepié	4. Prominencia región talonavicular		
	5. Congruencia del arco longitudinal interno		
	6. Abd/add del antepié respecto al antepié		
TOTAL			

Reference value

Normal = 0 to +5

Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+

Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998

(May be copied for clinical use and adapted with the permission of the copyright holder) www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Anexo 4. Dictamen favorable CEIC

C.P. - C.I. PI21/022

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 10/02/2021, Acta Nº 03/2021 ha evaluado la propuesta del investigador referida al estudio:

Título: Huella plantar y factores relacionados con su desarrollo en escolares del colegio San Agustín de la ciudad de Zaragoza.

Investigadora Principal: Lidia Isabel Martínez de Sus

Versión protocolo: Versión 6.0 07/02/2021

Versión documento de información y consentimiento: Versión 6.0 07/02/2021

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuada la utilización de los datos y los documentos elaborados para la obtención del consentimiento.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del estudio.**

Lo que firmo en Zaragoza

GONZALEZ
HINJOS MARIA
DNI 03857456B

Firmado digitalmente
por GONZALEZ HINJOS
MARIA - DNI 03857456B
Fecha: 2021.02.12
13:46:09 +01'00'

María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Anexo 5. Correlaciones. Tabla 46, tabla 47, tabla 48

			Correlaciones															
			EDAD	PESO	ESTATUR A	IMC	FPI IZDO	FPI DCHO	antepié DCHO	antepié IZDO	mediopié DERECHO	mediopié IZQUIERD O	retropié DERECHO	retropié IZQUIERD O	Índice de Staheli DCHO	Índice de Staheli IZDO	Índice de Chippaux-Smirak DCHO	Índice de Chippaux-Smirak IZDO
Rho de Spearman	EDAD	Coefficiente de correlación	1,000	,705*	,832**	,288*	0,080	,120*	,409**	,444**	-0,073	,117*	,418**	,421**	-,188**	-,225**	-,153**	-,190**
		Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,167	0,039	0,000	0,000	0,210	0,044	0,000	0,000	0,001	0,000	0,008	0,001
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	PESO	Coefficiente de correlación	,705**	1,000	,861**	,770**	0,097	,135*	,611**	,653**	0,066	0,087	,627**	,632**	-0,100	-0,068	-0,046	-0,007
		Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,000	0,097	0,020	0,000	0,000	0,256	0,137	0,000	0,000	0,086	0,317	0,442	0,911
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	ESTATUR A	Coefficiente de correlación	,832**	,861**	1,000	,373**	0,088	,130*	,517**	,577**	-0,089	-0,093	,522**	,506**	-,229**	-,212**	-,185**	-,178**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,131	0,025	0,000	0,000	0,128	0,111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	IMC	Coefficiente de correlación	,288**	,770**	,373**	1,000	0,040	0,078	,486**	,481**	,233**	,280**	,502**	,510**	0,102	,145*	,148*	,197**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000		0,488	0,194	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,079	0,013	0,011	0,001
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	FPI IZDO	Coefficiente de correlación	0,080	0,097	0,088	0,040	1,000	,845**	0,071	0,083	0,111	,129*	0,081	0,074	0,082	,127*	0,104	,123*
		Sig. (bilateral)	0,167	0,097	0,131	0,488		0,000	0,225	0,152	0,056	0,026	0,166	0,207	0,159	0,029	0,073	0,035
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	FPI DCHO	Coefficiente de correlación	,120*	,135*	,130*	0,078	,845**	1,000	0,080	0,112	0,102	0,086	,121*	0,091	0,064	0,077	0,089	0,081
		Sig. (bilateral)	0,039	0,020	0,025	0,194	0,000		0,123	0,065	0,080	0,100	0,037	0,119	0,274	0,184	0,126	0,167
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	antepié DCHO	Coefficiente de correlación	,409**	,611**	,517**	,486**	0,071	0,090	1,000	,676**	,249**	,200**	,577**	,548**	0,107	0,085	0,069	0,105
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,225	0,123		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,067	0,145	0,236	0,070
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	antepié IZDO	Coefficiente de correlación	,444**	,653**	,577**	,481**	0,083	0,112	,676**	1,000	,226**	,303**	,563**	,629**	0,078	,174**	0,096	,121*
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,152	0,055	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,179	0,003	0,099	0,038
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	mediopié DERECHO	Coefficiente de correlación	-0,073	0,066	-0,089	,233**	0,111	0,102	,249**	,226**	1,000	,753**	,300**	,304**	,954**	,721**	,977**	,754**
		Sig. (bilateral)	0,210	0,256	0,128	0,000	0,056	0,080	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	mediopié IZQUIERD O	Coefficiente de correlación	-,117*	0,087	-0,093	,280**	,129*	0,096	,200**	,303**	,753**	1,000	,246**	,341**	,713**	,959**	,729**	,966**
		Sig. (bilateral)	0,044	0,137	0,111	0,000	0,026	0,100	0,001	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	retropié DERECHO	Coefficiente de correlación	,418**	,627**	,522**	,502**	0,081	,121*	,577**	,563**	,300**	,246**	1,000	,763**	0,063	0,071	,202**	,150**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,166	0,037	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,362	0,221	0,000	0,010
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	retropié IZQUIERD O	Coefficiente de correlación	,421**	,832**	,506**	,510**	0,074	0,091	,548**	,629**	,304**	,341**	,763**	1,000	,116*	0,107	,203**	,236**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,207	0,119	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,047	0,067	0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	Índice de Staheli DCHO	Coefficiente de correlación	-,188**	-0,100	-,229**	0,102	0,082	0,084	0,107	0,078	,954**	,713**	0,053	,116*	1,000	,733**	,965**	,742**
		Sig. (bilateral)	0,001	0,086	0,000	0,079	0,159	0,274	0,067	0,179	0,000	0,000	0,362	0,047		0,000	0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	Índice de Staheli IZDO	Coefficiente de correlación	-,225**	-0,058	-,212**	,145*	,127*	0,077	0,085	,174**	,721**	,959**	0,071	0,107	,733**	1,000	,723**	,954**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,317	0,000	0,013	0,029	0,194	0,145	0,003	0,000	0,000	0,221	0,067	0,000		0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	Índice de Chippaux-Smirak DCHO	Coefficiente de correlación	-,153**	-0,046	-,185**	,148*	0,104	0,089	0,089	0,096	,977**	,729**	,202**	,203**	,966**	,723**	1,000	,754**
		Sig. (bilateral)	0,008	0,442	0,001	0,011	0,073	0,128	0,236	0,099	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296
	Índice de Chippaux-Smirak IZDO	Coefficiente de correlación	-,190**	-0,007	-,178**	,197**	,123*	0,081	0,105	,121*	,754**	,966**	,150**	,239**	,742**	,954**	,754**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,001	0,911	0,002	0,001	0,035	0,061	0,070	0,038	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

MUJERES		EDAD	PESO	ESTATURA	IMC	FPI PIE IZDO	FPI PIE DCHO	cm antepié DCHO	cm antepié IZDO	cm mediopié DCHO	cm mediopié IZDO	cm retropié DCHO	cm retropié IZDO	Índice de Staheli DCHO	Índice de Staheli IZDO	Índice de Chippaux-Smirak DCHO	Índice de Chippaux-Smirak IZDO	
Rho de Spearman	EDAD	Coeficiente de correlación	1,000	,705 ^{**}	,833 ^{**}	,248 ^{**}	0,069	0,153	,417 ^{**}	,493 ^{**}	-0,078	-0,137	,455 ^{**}	,402 ^{**}	-,218 ^{**}	-,263 ^{**}	-,164 ^{**}	-,240 ^{**}
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,003	0,414	0,068	0,000	0,000	0,353	0,103	0,000	0,009	0,002	0,051	0,004	
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	PESO	Coeficiente de correlación	,705 ^{**}	1,000	,862 ^{**}	,734 ^{**}	0,037	0,116	,572 ^{**}	,687 ^{**}	0,056	0,091	,655 ^{**}	,581 ^{**}	-0,143	-0,068	-0,057	-0,044
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,663	0,166	0,000	0,000	0,506	0,279	0,000	0,000	0,089	0,423	0,497	0,599
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	ESTATURA	Coeficiente de correlación	,833 ^{**}	,862 ^{**}	1,000	,331 ^{**}	0,053	0,141	,489 ^{**}	,587 ^{**}	-0,088	-0,096	,538 ^{**}	,445 ^{**}	-,255 ^{**}	-,227 ^{**}	-,184 ^{**}	-,216 ^{**}
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,531	0,093	0,000	0,000	0,298	0,256	0,000	0,000	0,002	0,006	0,028	0,010
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	IMC	Coeficiente de correlación	,248 ^{**}	,734 ^{**}	,331 ^{**}	1,000	-0,046	0,008	,426 ^{**}	,502 ^{**}	,246 ^{**}	,319 ^{**}	,506 ^{**}	,480 ^{**}	0,100	,198 ^{**}	0,159	,223 ^{**}
		Sig. (bilateral)	0,003	0,000	0,000	0,000	0,584	0,921	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,232	0,018	0,057	0,007
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	FPI PIE IZDO	Coeficiente de correlación	0,069	0,037	0,053	-0,046	1,000	,874 ^{**}	-0,009	0,085	0,130	0,163	-0,005	0,037	0,124	0,162	0,136	0,148
		Sig. (bilateral)	0,414	0,663	0,531	0,584	0,000	0,000	0,913	0,314	0,121	0,051	0,952	0,665	0,139	0,053	0,106	0,077
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	FPI PIE DCHO	Coeficiente de correlación	0,153	0,116	0,141	0,008	,874 ^{**}	1,000	0,033	0,107	0,068	0,097	0,074	0,058	0,032	0,073	0,063	0,076
		Sig. (bilateral)	0,068	0,166	0,093	0,921	0,000	0,000	0,692	0,203	0,416	0,249	0,383	0,492	0,705	0,387	0,455	0,366
		N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
	cm antepié DCHO	Coeficiente de correlación	,417 ^{**}	,572 ^{**}	,489 ^{**}	,426 ^{**}	-0,009	0,033	1,000	,637 ^{**}	,245 ^{**}	,235 ^{**}	,659 ^{**}	,569 ^{**}	0,070	0,067	0,056	0,102
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,913	0,692	0,000	0,000	0,003	0,005	0,000	0,000	0,407	0,425	0,503	0,226
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
cm antepié IZDO	Coeficiente de correlación	,493 ^{**}	,687 ^{**}	,587 ^{**}	,502 ^{**}	0,085	0,107	,637 ^{**}	1,000	,264 ^{**}	,330 ^{**}	,599 ^{**}	,663 ^{**}	0,083	0,160	0,135	0,135	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,314	0,203	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,326	0,056	0,108	0,108	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
cm mediopié DCHO	Coeficiente de correlación	-0,078	0,056	-0,088	,246 ^{**}	0,130	0,068	,245 ^{**}	,264 ^{**}	1,000	,779 ^{**}	,308 ^{**}	,356 ^{**}	,942 ^{**}	,739 ^{**}	,975 ^{**}	,763 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,353	0,506	0,298	0,003	0,121	0,416	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
cm mediopié IZDO	Coeficiente de correlación	-0,137	0,091	-0,096	,319 ^{**}	0,163	0,097	,235 ^{**}	,330 ^{**}	,779 ^{**}	1,000	,245 ^{**}	,385 ^{**}	,728 ^{**}	,955 ^{**}	,755 ^{**}	,975 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,103	0,279	0,256	0,000	0,051	0,249	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
cm retropié DCHO	Coeficiente de correlación	,455 ^{**}	,655 ^{**}	,538 ^{**}	,506 ^{**}	-0,005	0,074	,659 ^{**}	,599 ^{**}	,308 ^{**}	,245 ^{**}	1,000	,737 ^{**}	0,028	0,050	,188 ^{**}	0,127	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,952	0,383	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,738	0,550	0,025	0,129	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
cm retropié IZDO	Coeficiente de correlación	,402 ^{**}	,581 ^{**}	,445 ^{**}	,480 ^{**}	0,037	0,058	,569 ^{**}	,663 ^{**}	,356 ^{**}	,385 ^{**}	,737 ^{**}	1,000	0,152	0,125	,248 ^{**}	,263 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,665	0,492	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,135	0,003	0,002	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
Índice de Staheli DCHO	Coeficiente de correlación	-,218 ^{**}	-0,143	-,255 ^{**}	0,100	0,124	0,032	0,070	0,083	,942 ^{**}	,728 ^{**}	0,028	0,152	1,000	,753 ^{**}	,963 ^{**}	,752 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,009	0,089	0,002	0,232	0,139	0,705	0,407	0,326	0,000	0,000	0,738	0,070	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
Índice de Staheli IZDO	Coeficiente de correlación	-,263 ^{**}	-0,068	-,227 ^{**}	,198 ^{**}	0,162	0,073	0,067	0,160	,739 ^{**}	,955 ^{**}	0,050	0,125	,753 ^{**}	1,000	,753 ^{**}	,970 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,002	0,423	0,006	0,018	0,053	0,387	0,425	0,056	0,000	0,000	0,550	0,135	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
Índice de Chippaux-Smirak DCHO	Coeficiente de correlación	-0,164	-0,057	-,184 ^{**}	0,159	0,136	0,063	0,056	0,135	,975 ^{**}	,755 ^{**}	,188 ^{**}	,248 ^{**}	,963 ^{**}	,753 ^{**}	1,000	,770 ^{**}	
	Sig. (bilateral)	0,051	0,497	0,028	0,057	0,106	0,455	0,503	0,108	0,000	0,000	0,025	0,003	0,000	0,000	0,000		
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
Índice de Chippaux-Smirak IZDO	Coeficiente de correlación	-,240 ^{**}	-0,044	-,216 ^{**}	,223 ^{**}	0,148	0,076	0,102	0,135	,763 ^{**}	,975 ^{**}	0,127	,263 ^{**}	,752 ^{**}	,970 ^{**}	,770 ^{**}	1,000	
	Sig. (bilateral)	0,004	0,599	0,010	0,007	0,077	0,366	0,226	0,108	0,000	0,000	0,129	0,002	0,000	0,000	0,000		
	N	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

HOMBRES			EDAD	PESO	ESTATURA	IMC	FPI PIE IZDO	FPI PIE DCHO	cm antepié IZDO	cm antepié DCHO	cm mediopié IZDO	cm mediopié DCHO	cm retropié IZDO	cm retropié DCHO	Índice de Staheli DCHO	Índice de Staheli IZDO	Índice de Chippaux-Smirak DCHO	Índice de Chippaux-Smirak IZDO
Rho de Spearman	EDAD	Coefficiente de correlación	1,000	,718**	,833**	,328**	0,099	0,094	,412**	,401**	-0,069	-0,105	,410**	,486**	-,177**	-,212**	-0,152	-0,157
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,226	0,250	0,000	0,000	0,400	0,195	0,000	0,000	0,029	0,008	0,061	0,053
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
PESO		Coefficiente de correlación	,718**	1,000	,856**	,798**	0,128	0,133	,635**	,609**	0,078	0,082	,599**	,676**	-0,071	-0,054	-0,038	0,023
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,116	0,103	0,000	0,000	0,338	0,315	0,000	0,000	0,383	0,508	0,644	0,774
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
ESTATURA		Coefficiente de correlación	,833**	,856**	1,000	,392**	0,117	0,113	,535**	,549**	-0,096	-0,104	,608**	,576**	-,227**	-,220**	-,200**	-,160**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,151	0,164	0,000	0,000	0,237	0,201	0,000	0,000	0,005	0,006	0,013	0,048	
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
IMC		Coefficiente de correlación	,328**	,798**	,392**	1,000	0,067	0,095	,512**	,446**	,236**	,236**	,469**	,509**	0,121	0,133	0,154	,205**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,408	0,245	0,000	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	0,135	0,102	0,058	0,011	
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
FPI PIE IZDO		Coefficiente de correlación	0,099	0,128	0,117	0,067	1,000	,804**	0,118	0,069	0,110	0,128	0,132	0,062	0,074	0,134	0,096	0,125
		Sig. (bilateral)	0,226	0,116	0,151	0,408	0,000	0,000	0,146	0,393	0,174	0,115	0,103	0,445	0,362	0,098	0,237	0,123
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
FPI PIE DCHO		Coefficiente de correlación	0,094	0,133	0,113	0,095	,804**	1,000	0,111	0,096	0,148	0,121	0,134	0,082	0,115	0,112	0,129	0,106
		Sig. (bilateral)	0,250	0,103	0,164	0,245	0,000	0,000	0,171	0,238	0,068	0,137	0,098	0,314	0,158	0,168	0,113	0,194
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm antepié DCHO		Coefficiente de correlación	,412**	,635**	,535**	,512**	0,118	0,111	1,000	,703**	,260**	,184**	,501**	,526**	0,136	0,109	0,077	0,116
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,146	0,171	0,153	0,000	0,001	0,023	0,000	0,000	0,000	0,093	0,180	0,345	0,155
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm antepié IZDO		Coefficiente de correlación	,401**	,609**	,549**	,446**	0,069	0,096	,703**	1,000	,203**	,288**	,527**	,596**	0,076	,195**	0,061	0,111
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,393	0,238	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,348	0,015	0,455	0,170
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm mediopié DCHO		Coefficiente de correlación	-0,069	0,078	-0,096	,236**	0,110	0,148	,260**	,203**	1,000	,735**	,299**	,269**	,962**	,713**	,975**	,751**
		Sig. (bilateral)	0,400	0,338	0,237	0,003	0,174	0,068	0,001	0,012	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm mediopié IZDO		Coefficiente de correlación	-0,105	0,082	-0,104	,236**	0,128	0,121	,184**	,288**	,735**	1,000	,289**	,319**	,897**	,964**	,708**	,958**
		Sig. (bilateral)	0,195	0,315	0,201	0,003	0,115	0,137	0,023	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm retropié DCHO		Coefficiente de correlación	,410**	,599**	,508**	,469**	0,132	0,134	,501**	,527**	,299**	,269**	1,000	,793**	0,080	0,117	,208**	,188**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,103	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,324	0,152	0,010	0,020
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
cm retropié IZDO		Coefficiente de correlación	,486**	,676**	,576**	,509**	0,062	0,082	,526**	,596**	,269**	,319**	,793**	1,000	0,093	0,115	,162**	,232**
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,445	0,314	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,255	0,157	0,045	0,004
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
Índice de Staheli DCHO		Coefficiente de correlación	-,177**	-0,071	-,227**	0,121	0,074	0,115	0,136	0,078	,962**	,897**	0,080	0,093	1,000	,717**	,968**	,734**
		Sig. (bilateral)	0,029	0,383	0,005	0,135	0,362	0,158	0,093	0,348	0,000	0,324	0,255	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
Índice de Staheli IZDO		Coefficiente de correlación	-,212**	-0,054	-,220**	0,133	0,134	0,112	0,109	,195**	,713**	,964**	0,117	0,115	,717**	1,000	,706**	,940**
		Sig. (bilateral)	0,008	0,508	0,006	0,102	0,098	0,168	0,180	0,015	0,000	0,000	0,152	0,157	0,000	0,000	0,000	0,000
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
Índice de Chippaux-Smirak DCHO		Coefficiente de correlación	-0,152	-0,038	-,200**	0,154	0,096	0,129	0,077	0,061	,975**	,708**	,208**	,162**	,968**	,706**	1,000	,747**
		Sig. (bilateral)	0,061	0,644	0,013	0,058	0,237	0,113	0,345	0,455	0,000	0,000	0,010	0,045	0,000	0,000	0,000	
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
Índice de Chippaux-Smirak IZDO		Coefficiente de correlación	-0,157	0,023	-,160**	,205**	0,125	0,106	0,116	0,111	,751**	,958**	,188**	,232**	,734**	,940**	,747**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,053	0,774	0,048	0,011	0,123	0,194	0,155	0,170	0,000	0,000	0,020	0,004	0,000	0,000	0,000	
		N	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Anexo 6

MINISTERIO DE
SANIDAD



SECRETARÍA DE ESTADO DE
SANIDAD

DIRECCIÓN GENERAL DE
SALUD PÚBLICA.

ESTHER MEDINA BERMEJO, coordinadora de la Revista Española de Salud Pública

Certifica:

Que Dña. **Lidia Isabel Martínez** consta entre los autores del trabajo 'Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares. Estudio transversal ', que ha sido aceptado por el Comité Editorial de la Revista Española de Salud Pública y tiene una fecha de publicación estimada para el 19 de junio de 2024.

Y para que así conste, expido el presente certificado en Madrid, a 27 de mayo de 2024.

MEDINA
BERMEJO
ESTHER -
07252066M

Firmado digitalmente por
MEDINA BERMEJO
ESTHER -
07252066M
Fecha: 2024.05.28
09:40:26 +02'00'

X



Revista Española de Salud Pública



Volumen
98
19/6/2024

ORIGINAL

Recibido: 3/2/2024
Aceptado: 24/5/2024
Publicado: 19/6/2024

e202406041
e1-e12

Relationship between weight status and foot posture in spanish schools: cross-sectional study

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

CORRESPONDENCIA

Lidia Martínez de Sus
Departamento de Fisiatría y Enfermería,
Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad de Zaragoza.
Calle de Domingo Miral, s/n.
CP 50009, Zaragoza, España.
lidiamartinezdesus@gmail.com

CITA SUGERIDA

Martínez de Sus L, Calvo S, Jiménez-Sánchez C, Ros Mar R, Marques-Lopes I. Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal. Rev Esp Salud Pública. 2024; 98: 19 de junio e202406041.

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

AUTORES

Lidia Martínez de Sus **(1)** [ORCID: 0009-0000-2324-2326]
Sandra Calvo **(1,4)** [ORCID: 0000-0002-1674-7788]
Carolina Jiménez-Sánchez **(2,4)** [ORCID: 0000-0003-2889-2226]
Ricardo Ros Mar **(1)** [ORCID: 0000-0002-1291-9706]
Iva Marques-Lopes **(3,5)** [ORCID: 0000-0001-6952-5655]

FILIACIONES

- (1)** Departamento de Fisiatría y Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.
- (2)** Departamento de Fisioterapia, Universidad San Jorge. Villanueva de Gállego (Zaragoza). España.
- (3)** Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2. Universidad de Zaragoza. Huesca. España.
- (4)** IIS Aragón. Zaragoza. España.
- (5)** IA2. Zaragoza. España.

CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

CONCEPCIÓN Y DISEÑO, EJECUCIÓN, RECOPIACIÓN DE DATOS
L. Martínez de Sus

GESTIÓN DE DATOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO
L. Martínez de Sus
C. Jiménez-Sánchez

REDACCIÓN MANUSCRITO
L. Martínez de Sus
S. Calvo
C. Jiménez-Sánchez

REVISIONES ARTÍCULO
L. Martínez de Sus
S. Calvo
C. Jiménez-Sánchez
R. Ros Mar
I. Marques-Lopes

Todos los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito aceptado para su publicación.

RESUMEN

FUNDAMENTOS // El pie plano infantil y el sobrepeso pueden afectar a la calidad de vida durante la infancia e influir en su desarrollo, aumentando el riesgo de problemas musculoesqueléticos en la edad adulta. Existe evidencia que relaciona el sobrepeso con el desarrollo de pie plano infantil. El objetivo del estudio fue evaluar la relación entre el estado ponderal de los escolares y su postura del pie y determinar si existían diferencias entre ambos sexos.

MÉTODOS // Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en el mes de febrero de 2021, en una población de escolares españoles (n=296, 153 niños y 143 niñas, edad media de 8,5±2,7 años). La postura del pie se evaluó según el Índice postural del pie, y el estado ponderal se obtuvo mediante el índice de masa corporal según criterios de la *International Obesity Task Force*. Se analizó la correlación entre el estado ponderal y la postura del pie con el coeficiente de Spearman. Mediante la prueba Chi-cuadrado se determinaron las diferencias entre las variables según sexo.

RESULTADOS // El estado ponderal no mostró correlación respecto a la postura del pie en niños (pie derecho p=0,095; pie izquierdo p=0,067) y en niñas (pie derecho p=0,04; pie izquierdo p=0,008). Los niños presentaron una prevalencia mayor de pies planos que las niñas (índice postural del pie en niños=8; índice postural del pie en niñas=7; pie derecho p<0,036; pie izquierdo p<0,009). Los niños tuvieron mayor prevalencia de sobrepeso respecto a las niñas (28,75; 18,18; p<0,027).

CONCLUSIONES // El estado ponderal no influye sobre la postura del pie. El sexo masculino podría predisponer al desarrollo de pie plano y sobrepeso en la infancia.

PALABRAS CLAVE // Pie Plano Infantil; Índice Postural del Pie; Índice de Masa Corporal.

ABSTRACT

BACKGROUND // Childhood flatfoot and overweight can affect children's quality of life and influence their development, increasing the risk of musculoskeletal problems in adulthood. There is evidence linking overweight to the development of childhood flatfoot. The aim of the study was to assess the relationship between the weight status of school children and their foot posture and to determine whether there are differences between both sexes.

METHODS // A cross-sectional study (2021) in a sample of schoolchildren (n=296, 153 boys and 143 girls, mean age 8.5±2.7) from Colegio San Agustín in Zaragoza was carried out. Foot posture was assessed according to the foot postural index, and weight status was obtained using the body mass index according to the criteria of the International Obesity Task Force. The correlation between weight status and foot posture was analyzed using Spearman's coefficient. The Chi-square test was used to determine the differences between the variables according to sex.

RESULTS // Weight status showed no correlation with foot posture in boys (right foot p=0.095; left foot p=0.067) and girls (right foot p=0.04; left foot p=0.008). Boys had a higher prevalence of flat feet than girls (boys foot posture index=8; girls foot posture index=7; right foot p<0.036; left foot p<0.009). Boys had higher prevalence of overweight than girls (28.75; 18.18; p<0.027).

CONCLUSIONS // Weight status has no effect on foot posture. The male gender could predispose to the development of flat feet and overweight in childhood.

KEYWORDS // Flatfoot; Childhood; Body Mass Index.

DE
SD

INTRODUCCIÓN

DURANTE LA INFANCIA EL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO está sujeto a múltiples cambios debido al desarrollo y maduración de las estructuras óseas y musculares. La función esencial del pie radica en posibilitar la locomoción y facilitar la realización de diversas actividades funcionales del individuo. Dentro de las alteraciones de la alineación, el pie plano infantil es una condición fisiológica que afecta a la estructura del pie y el tobillo en la primera década de vida, caracterizada por aplanamiento del arco plantar y torsión de talón en valgo (1,2).

El diagnóstico temprano del pie plano infantil patológico es crucial, ya que puede provocar alteraciones en la coordinación motora, reducción del movimiento y problemas de equilibrio en quienes lo padecen (3,4). A largo plazo, estas alteraciones pueden suponer problemas musculoesqueléticos en la edad adulta, como *hallux valgus*, fascitis plantar, dolor de espalda, alteraciones posturales, entre otros (5,6).

Sin embargo, la falta de una definición precisa y universal del pie plano en la literatura actual, así como la falta de consenso en los criterios clínicos para su diagnóstico, dificultan la estimación precisa de su prevalencia en la población infantil, con cifras que varían ampliamente entre el 0,6% y el 77,9% (7,8). En contraste, en la población adulta la prevalencia se sitúa alrededor del 10% (9,10).

Estudios sobre las causas del pie plano infantil han vinculado factores como la edad, el sexo, el lugar de residencia, los antecedentes familiares, la actividad física, el calzado y un índice de masa corporal elevado (11,12,13). En la bibliografía se destaca la asociación entre un índice de masa corporal alto y el aumento del pie plano infantil, con consecuencias negativas para la salud infantil (14,15,16). El exceso de peso puede contribuir al desarro-

llo de pie plano sintomatológico que conlleve experimentar dolor en la planta del pie. Este dolor asociado puede implicar una disminución en la actividad física, traduciéndose en conductas enfocadas hacia el sedentarismo. A largo plazo, este tipo de conductas se han relacionado con estados ponderales más elevados (17,18).

La prevalencia mundial de sobrepeso y obesidad en niños de cinco a diecinueve años ha aumentado del 4% en 1975 al 18% en 2016. En Europa, aproximadamente el 25% de los escolares tiene exceso de peso (19). A nivel nacional, el 32,9% de los escolares en España tenía exceso de peso en 2019, con el 10,9% clasificado como obesidad según el criterio IOTF (*International Obesity Task Force*). Aragón, por su parte, tiene la segunda tasa más baja de sobrepeso y obesidad en España, con un 2,5% (21,22).

Respecto al pie plano infantil y su relación con el estado ponderal (relación de un sujeto respecto a su peso) en la población infantil, la bibliografía actual sigue sin mostrar un consenso claro. Mientras que algunos estudios indican que el aumento del índice de masa corporal (IMC) en niños se asocia con el pie plano (13,14,15,16), otros no encuentran ninguna relación (23,24,25,26).

Por este motivo, analizar la relación entre el estado ponderal respecto a la postura del pie infantil puede seguir resultando un objetivo de interés en materia de prevención. La detección temprana de niños con riesgo de padecer pie plano asociado al sobrepeso y/o obesidad puede evitar el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos en la edad adulta.

Por todo ello, los objetivos de este estudio fueron: 1) Evaluar las diferencias existentes en la postura del pie entre niños y niñas; 2) Evaluar las diferencias existentes en el estado ponderal entre niños y niñas; 3) Analizar si el estado ponderal influía sobre la postura del pie entre niños y niñas.

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

LIDIA MARTÍNEZ DE SUS et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
19/6/2024
e202406041

2

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño del estudio. Este estudio siguió un diseño de estudio transversal aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica de Aragón con número de registro C.P. - C.I. PI21/022, y se realizó conforme a las directrices éticas para estudios de investigación según la *Declaración de Helsinki*. Se siguieron las directrices para estudios observacionales STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (27).

Participantes. Los participantes elegibles para este estudio fueron escolares del colegio de educación concertada San Agustín de Zaragoza. Se definieron los criterios de inclusión para escolares de cinco a doce años en Primaria, requiriendo la participación voluntaria acompañada del documento de consentimiento firmado por padres/madres/tutores, que fueron contactados mediante la plataforma de comunicación digital implantada por el colegio, a través de la cual se hizo llegar toda la información. Los criterios de exclusión abarcaron la falta de autorización, el desacuerdo para participar y la presencia de ortosis o patologías en el miembro inferior.

Cada participante y sus familiares fueron informados sobre la naturaleza del estudio, los objetivos y su participación voluntaria. Los padres o tutores legales firmaron un consentimiento informado. Las autorizaciones, así como los datos derivados de las mediciones anonimizadas que fueron recogidos por la investigadora durante el periodo lectivo del 10 al 21 de febrero de 2021, se custodiaron en un fichero clínico dado de alta según el registro en la AEPD con número 169125/2016.

Tamaño muestral. Para el cálculo del tamaño muestral se tomó como referencia el número de escolares de Primaria matriculados en la ciudad de Zaragoza en el curso 2020/2021, facilitado por el Departamento de Educación del Gobierno de Aragón. Siendo N=55.336, y

aplicando la fórmula para el cálculo muestral, se obtuvo una muestra de n=382, según una heterogeneidad del 50%, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Teniendo en cuenta la cifra anterior, para esta investigación se llamaron a estudio al total de 391 escolares matriculados en Primaria de cinco a doce años del Colegio San Agustín de Zaragoza durante el curso 2020/2021.

Valoración.

Valoración sociodemográfica y antropométrica. Como datos sociodemográficos se tuvieron en cuenta la edad y el sexo del escolar. A nivel antropométrico, la talla se midió mediante un tallímetro portátil (SECA, 711, Hamburgo, Alemania) permaneciendo el escolar descalzo en posición erguida, con los brazos a ambos lados y talones juntos pegados a la pared. El peso se obtuvo mediante una báscula portátil (OMRON HN300T2), donde el escolar subió a la báscula descalzo, vestido con el uniforme habitual del colegio y permaneció inmóvil durante cinco segundos (28).

Estado ponderal. La definición de bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad se obtuvo a partir del IMC con la talla en metros y el peso en kilos. Mediante la herramienta desarrollada por Sánchez Delgado *et al.* (29) se categorizó a los sujetos de la muestra según sus estados ponderales en bajo peso (IMC=17-18,49 kg/m²), normopeso (IMC=18,5-24,90 kg/m²), sobrepeso (IMC=25-29,90 kg/m²) y obesidad (IMC=30-34,90 kg/m²), específicamente por edad y sexo según la *World Obesity Federation-IOTF* (22).

Valoración de la postura del pie. La postura del pie se obtuvo mediante observación directa. Se utilizó una mesa de un metro cuadrado sobreelevada cuarenta cm del suelo a la que se subió el escolar descalzo con los pantalones remangados hasta las rodillas, brazos a los lados y donde permaneció en bipedestación respetando su ángulo de Fick fisiológico (30). ▶

DE
SD

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

LIDIA MARTÍNEZ DE SUS *et al.*

Rev Esp Salud Pública
Volumen 96
19/5/2024
e202406041

3

DE
SD

◀ Índice postural del pie. La definición de pie neutro, pie cavo y plano (postura del pie) se obtuvo mediante el índice postural del pie (IPP) en su versión de seis ítems, herramienta validada por Redmond *et al.* (31) para la clasificación del tipo de pie en pie plano (IPP>5), pie neutro (IPP=0-5) o pie cavo (IPP<5).

Análisis estadístico. Para el análisis descriptivo se utilizó el paquete estadístico *IBM SPSS Statistics for Windows* v.22. Se calculó la frecuencia (n), porcentaje (%) para los valores cualitativos, los valores promedio, la desviación típica, mínimo, máximo y percentiles correspondientes según la naturaleza de las variables. Se determinó un nivel de confianza para el análisis inferencial del 95%, comparándose el p-valor experimental con un nivel de significación del 5%.

Mediante la prueba Chi-cuadrado de Pearson se determinaron las diferencias en la postura del pie y las diferencias en el estado ponderal entre niños y niñas, considerando diferencias estadísticamente significativas con valores de $p < 0,05$. La normalidad de la muestra se valoró según el test de Kolmogorov-Smirnov en R (con la corrección Lilliefors). Mediante el coeficiente de correlación Rho de Spearman se evaluó la relación entre el estado ponderal de los escolares y su postura del pie para ambos sexos. La fuerza de las correlaciones se interpretó como baja (0,00-0,25), regular (0,26-0,50), moderada a buena (0,51-0,75) y buena a excelente (>0,75)(32).

RESULTADOS



Características generales de la muestra. El número final de voluntarios que compusieron la muestra fue de 296 escolares, 153 de sexo masculino y 143 de sexo femenino. La **TABLA 1** muestra las características generales de los participantes del estudio.

Se determinaron diferencias estadísticamente significativas en el valor medio de las variables índice de masa corporal ($p=0,027$)

e índice postural del pie derecho ($p=0,036$) e izquierdo ($p=0,009$) entre niños y niñas.

[TABLA 1]

Prevalencia de pie cavo, neutro o plano en relación al sexo. En la **TABLA 2** se presenta el número de niños y niñas con pie cavo, neutro o plano para el pie derecho y para el pie izquierdo y su porcentaje según las características de la muestra. Al relacionar los tipos de pie con el sexo, se observó una mayor prevalencia de pie plano en niños respecto a las niñas, siendo clasificados como pies planos el 85% ($n=130$) de los pies derechos de los niños y el 79,7% ($n=122$) de los pies izquierdos, en comparación al 74,8% ($n=107$) y 71,3% ($n=102$) equivalente de las niñas.

Se encontró que la puntuación media del IPP en niños fue de 8 y en niñas de 7, valores compatibles con pie plano leve (IPP>6). Tras el análisis estadístico, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre la postura del pie derecho e izquierdo entre niños y niñas ($p=0,036$; $p=0,009$). **[TABLA 2]**

Prevalencia de niños y niñas con bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad. En la **TABLA 3** se muestra el número de niños y niñas clasificados según bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad y su porcentaje según las características de la muestra. Al relacionar los estados ponderales con el sexo, se observó una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños (28,75%, $n=44$; 7,20%, $n=11$) frente a las niñas (18,18%, $n=26$; 7,70%, $n=11$). El análisis estadístico detectó la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los sexos masculino y femenino respecto a los resultados del IMC, siendo superior en los niños frente a las niñas ($p=0,027$). **[TABLA 3]**

Análisis de la relación entre el estado ponderal y la postura del pie según sexo. En la **TABLA 4** se presenta el número y porcentaje de niños y niñas clasificados según el estado ponderal y la postura del pie para el pie derecho y para el pie izquierdo. Para el género masculino, la

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal
LIDIA MARTÍNEZ DE SUS *et al.*

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
19/6/2024
e202406041

4

PIE PLANO INFANTIL, IMC Y HERRAMIENTAS DIAGNÓSTICAS

Tabla 1
Características generales de la muestra.

Variables	NIÑOS (n=153)				NIÑAS (n=143)			
	Media	IC-INF	IC-SUP	DE	Media	IC-INF	IC-SUP	DE
Edad (años)	8,44	8,17	8,71	1,69	8,62	8,35	8,89	1,63
Peso (kg)	33,75	32,36	35,14	8,71	33,11	31,53	34,69	9,57
Estatura (m)	1,35	1,33	1,37	,11	1,35	1,33	1,37	,11
IMC (kg/m ²)(*)	18,35	17,92	18,77	2,68	17,84	17,36	18,32	2,88
IPP izquierdo ^(a) (a)	8	7	8	2	7	6	7	3
IPP derecho ^(a) (a)	8	8	8	2	7	7	8	3

DE: Desviación estándar; IC-INF: Intervalo de confianza inferior; IC-SUP: Intervalo de confianza superior; IMC: Índice de masa corporal; IPP: Índice postural del pie.

(a) Clasificación del tipo de pie según el Índice Postural del Pie (IPP-6). Dr. Anthony Redmond, 2006. Pie cavo<5, Pie neutro=0-5, Pie plano>5. (*) p<0,05; IC 95%.

Tabla 2
Prevalencia de niños y niñas con pie cavo, neutro o plano. Pie derecho y pie izquierdo.

Variables	PIE DERECHO				PIE IZQUIERDO									
	n pie cavo ^(a)	%	n pie neutro	%	n pie plano	%	N total	n pie cavo	%	n pie neutro	%	n pie plano	%	N total
Edad (años)	0	0	23	15	130	85	153	0	0	31	20,3	122	79,7	153
Peso (kg)	3	2,1	33	23,1	107	74,8	143	2	1,4	39	27,3	102	71,3	143
p valor ^(*)					0,036							0,009		

(a) Clasificación del tipo de pie según el Índice Postural del Pie (IPP-6). Dr. Anthony Redmond, 2006. Pie cavo<5, Pie neutro=0-5, Pie plano>5. (*) Test de Chi-cuadrado (X²).

Tabla 3
Prevalencia de niños y niñas con bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad.

Variables	n bajo peso ^(a)	%	n normopeso	%	n sobrepeso	%	n obesidad	%	N total	P valor ^(*)
Niños	3	1,96	95	62,09	44	28,75	11	7,20	153	0,027
Niñas	4	2,80	102	71,32	26	18,18	11	7,70	143	

(a) IMC: Bajo peso (IMC=17-18,49 kg/m²), Normopeso (IMC=18,5-24,90 kg/m²), Sobrepeso (IMC=25-29,90 kg/m²) y Obesidad (IMC=30-34,90 kg/m²). El índice de Masa Corporal se calculó utilizando los puntos de corte específicos de edad y sexo de la *World Obesity Federation-IOTF*. (*) Test de Chi-cuadrado (X²).

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

LIDIA MARTÍNEZ DE SUS et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 96
19/5/2024
e202406041

5

Tabla 4
 Prevalencia de escolares con pie cavo, neutro o plano y bajo peso, normopeso, sobrepeso u obesidad. Pie derecho y pie izquierdo.

Variables	IMC ^(a)	PIE DERECHO						PIE IZQUIERDO							
		n pie cavo ^(b)	% neutro	n pie neutro	% plano	n pie plano	% total	p valor ^(c)	n pie cavo	% neutro	n pie neutro	% plano	n pie plano	% total	p valor ^(c)
Bajo peso		0	0	2	66,7	1	33,3	3	0	0	2	66,7	1	33,3	3
Normopeso		0	0	12	12,6	83	87,4	95	0	0	18	12,6	77	87,4	95
Sobrepeso		0	0	8	18,2	36	81,8	44	0	0	11	18,2	33	81,8	44
Obesidad		0	0	1	9,1	10	90,9	11	0	0	0	9,1	11	90,9	11
Bajo peso		0	0	0	0	4	3,7	4	0	0	0	0	4	3,9	4
Normopeso		2	2,0	24	23,5	76	74,5	102	2	2,0	27	26,5	73	71,6	102
Sobrepeso		1	3,8	6	23,1	19	73,1	26	0	0	9	34,6	17	65,4	26
Obesidad		0	0	3	27,3	8	72,7	11	0	0	3	27,3	8	72,7	11
									0,954						0,770
Niños								0,095							0,067
Niñas								0,008							-0,04

(a) IMC: Bajo peso (IMC=17-18,49 kg/m²), Normopeso (IMC=18,5-24,90 kg/m²), Sobrepeso (IMC=25-29,90 kg/m²) y Obesidad (IMC=30-34,90 kg/m²). El Índice de Masa Corporal se calculó utilizando los puntos de corte específicos de edad y sexo de la *World Obesity Federation-IOF*. (b) Clasificación del tipo de pie según el Índice Postural del Pie (IPP-6), Dr. Anthony Reumonid, 2006. Pie cavo=5; Pie neutro=0-5; Pie plano=5.
 (c) Coeficiente de correlación Rho de Spearman (ρ), (***) Test de Chi-cuadrado (χ²).

DE
SD

Sin embargo, el porcentaje de niños con sobrepeso en nuestra investigación es superior a la media española y superior respecto a las niñas. En relación a los resultados que recoge la bibliografía sobre las diferencias entre el estado ponderal según género, destaca el mayor estudio publicado por De Bont *et al.* (42) hasta la fecha sobre la prevalencia e incidencia de sobrepeso y obesidad en una muestra de 2,5 millones de escolares españoles; así, los niños tenían cifras de prevalencia e incidencia más altas que las niñas en todas las comunidades autónomas estudiadas. En otros estudios españoles se encuentran resultados similares (43,44) pero, sin embargo, en otras investigaciones parecidas a la nuestra no se encontraron diferencias en el estado ponderal entre niños y niñas (23,38,45).

Las diferencias en los patrones de sobrepeso y obesidad infantil por sexo podrían explicarse por muchos mecanismos, como la composición corporal, las hormonas (46), las diferencias en los niveles de actividad física y las horas dedicadas a las pantallas (47), las presiones y expectativas sociales de género asociadas a los hábitos alimentarios (48), el dolor durante el crecimiento, especialmente en las extremidades inferiores (plantalgias) (49), así como la situación especial vivida durante la pandemia que pudo impactar directamente en las horas dedicadas a actividades físicas, tanto individuales como grupales (50). Las intervenciones que tienen en cuenta las diferencias de género en los niveles de actividad física, la relación con la comida y la imagen corporal pueden ser útiles para reducir estas diferencias observadas (42).

Según los resultados obtenidos, el estado ponderal no influye sobre la postura del pie infantil. Este hallazgo coincide con algunos estudios recientes donde no se obtuvo una relación estadísticamente significativa entre ambos parámetros antropométricos (24,34,45,51). El estudio de Gijón-Noguerón *et al.* (23) en España sobre una muestra de

1.798 escolares determinó que la masa corporal no parece tener una influencia importante en la postura estática del pie, que fue obtenida mediante el IPP. El estudio de Martínez-Nova *et al.* (52) sobre escolares españoles también determinó que la antropometría (peso, altura y, por tanto, IMC) no fue un determinante importante sobre la postura del pie pediátrico según el IPP a lo largo de tres años de investigación. Sin embargo, también encontramos estudios en los que sí se establece la relación entre el estado ponderal y la postura del pie. Molina-García *et al.* (53) analizaron a 196 escolares de Primaria españoles y asociaron estados ponderales elevados con puntuaciones más altas del IPP. En el estudio realizado por Szczepanowska-Wolowiec *et al.* (14) se encontraron correlaciones significativas entre el aumento del estado ponderal y el aumento del ángulo de Clarke, lo que es característico del pie plano; en el estudio realizado por Yan *et al.* (16) se hallaron puntuaciones más altas del índice del arco en niños obesos en comparación con el grupo de peso normal. Siguiendo esta línea de resultados, Shapouri *et al.* (54) utilizaron la medición de la altura del navicular como herramienta diagnóstica, Brzeziński *et al.* (13) usaron el índice de Sztriter-Godunow y sus resultados determinaron asociaciones entre el estado ponderal y la postura del pie en grupos de escolares de Primaria. En síntesis, las investigaciones similares a la nuestra abarcadas en la bibliografía muestran resultados dispares respecto a la influencia del estado ponderal sobre la postura del pie infantil.

Cabe recalcar que en la mayoría de los estudios presentes en la literatura científica se utilizan otras herramientas diagnósticas diferentes al IPP para la clasificación del tipo de pie, lo que puede desencadenar discrepancias diagnósticas. Quizá la falta de consenso en la bibliografía ante ambos parámetros estudiados se deba a esta apreciación, entre otros motivos como los relacionados con los propios patrones de crecimiento y la variabilidad asociada a esta etapa de la vida.

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

LIDIA MARTÍNEZ DE SUS *et al.*


Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
19/6/2024
e202406041

Esta investigación presenta una serie de limitaciones. Al ser un estudio transversal, no se puede establecer una relación causa-efecto, puesto que el estado ponderal y la postura del pie se estudian en un momento determinado en el tiempo y no se realiza un seguimiento prospectivo de la muestra de escolares estudiada. El estudio biomecánico del pie en esta investigación se delimitó exclusivamente al plano estático, ya que el índice postural del pie se diseñó originalmente para la evaluación del pie en posición estática. La variabilidad que presenta el miembro inferior durante la marcha quedó fuera del plano de estudio en esta investigación. El análisis dinámico obtenido por plataformas de presiones o dispositivos digitales de la marcha puede aportar datos reales del comportamiento biomecánico del miembro inferior durante la marcha, sin limitar el diagnóstico exclusivamente al análisis estático, por lo que sería interesante incluir el análisis dinámico de la marcha en sucesivas investigaciones para obtener diagnósticos más completos en base a parámetros estáticos y dinámicos.

Las fortalezas de este estudio residen en la elección del IPP como herramienta diagnóstica validada para el diagnóstico del pie infantil, capaz de evaluar la unidad ontológica

pie-tobillo desde su tridimensionalidad. Además, con los resultados de esta investigación se pretende contribuir en materia de prevención sobre el sobrepeso y la obesidad infantiles, así como seguir dando valor al IPP como herramienta validada adecuada frente a otros métodos en la población pediátrica.

Como conclusión, en la muestra estudiada, el estado ponderal y la postura del pie tienen una relación diferente en función del género ya que el género masculino podría predisponer al sobrepeso, a un mayor desarrollo de pie plano y, además, en mayor rango pronador que las niñas, sobre todo en el pie derecho. Sin embargo, el estado ponderal no se asocia respecto a la postura del pie.

Futuras investigaciones prospectivas con un seguimiento mayor en el tiempo y con muestras más grandes y heterogéneas contribuirían a un mejor conocimiento de la relación entre la postura del pie y el estado ponderal infantil. Así mismo, estratificar la muestra según rangos de edad permitiría evaluar la relación entre el estado ponderal y la postura de pie según la etapa del crecimiento del escolar, resultando útil para poder identificar diferencias entre grupo. 

DE
SD

Relación
entre el estado
ponderal y
la postura
del pie en
escolares
españoles:
estudio
transversal

LIDIA
**MARTÍNEZ
DE SUS**
et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 96
19/5/2024
e202406041

9



BIBLIOGRAFÍA

1. Rungprai C, Maneeprasopchoke P. (2021). *A Clinical Approach to Diagnose Flatfoot Deformity*. J. Foot Ankle Surg, 8, 48-54.
2. Xu L, Gu H, Zhang Y, Sun T, Yu J. (2022). *Risk factors of flatfoot in children: a systematic re-view and meta-analysis*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(14), 8247.
3. Kapo S, Rado I, Smajlović N, Kovač S, Talović M, Doder I, Čović N. (2018). *Increasing postural deformity trends and body mass index analysis in school-age children*. Slovenian Journal of Public Health, 57(1), 25-32.
4. Romanova E, Kolokoltsev M, Vorozheikin A, Baatar B, Khusman O, Purevdorj D, Kiseliv Y. (2022). *Comprehensive program for flat foot and posture disorders prevention by means of physical education in 6-year-old children*. Journal of Physical Education and Sport, 22(11), 2655-2662
5. Suh DH *et al*. *Relación entre hallux valgus y pie plano en pacientes adultos*. J. Cirugía de tobillo y pie. 60, 297-301 (2021).
6. Dabholkar T, Agarwal A. (2020). *Quality of life in adult population with flat feet*. Int. J. Health Sci. Res, 10(8).
7. Pfeiffer M *et al*. *Prevalence of flat foot in preschool-aged children*. Pediatrics 118.2 (2006): 634-639.
8. Martínez-Nova A *et al*. *“Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study.”* Gait & posture 62 (2018): 280-284.
9. Shin BJ, Lee KM, Chung CY, Sung KH, Chun DI, Hong CH, Jung KJ. (2021). *Analysis of factors influencing improvement of idiopathic flatfoot*. Medicine, 100(32).
10. Pita-Fernandez S, Gonzalez-Martin C, Alonso-Tajes F, Seoane-Pillado T, Pertega-Diaz S, Pe-rez-Garcia S, Seijo-Bestilleiro R, Balboa-Barreiro V. *Flat Foot in a Random Population and its Impact on Quality of Life and Functionality*. J Clin Diagn Res. 2017 Apr;11(4):LC22-LC27.
11. Jiang H, Mei Q, Wang Y, He J, Shao E, Fernandez J, Gu Y. (2023). *Understanding foot conditions, morphologies and functions in children: a current review*. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 11.
12. Martín-Casado L, Barquín C, Aldana-Caballero A, Marcos-Tejedor F, Aguado X. *Los factores ambientales como causa de las diferencias en los pies de los niños ecuatorianos y su relación con su calzado*. Niños 8 (6), 459 (2021).
13. Brzeziński M, Czubek Z, Niedzielska A, Jankowski M, Kobus T, Ossowski Z. (2019). *Relations-hip between lower-extremity defects and body mass among polish children: a cross-sectional study*. BMC Musculoskeletal Disorders, 20, 1-9.
14. Szczepanowska-Wolowiec B, Sztandera P, Kotela I, Zak M. (2020). *Body weight-dependent foot loads, assessed in terms of BMI and adiposity, in school-aged children: a cross sectional study*. Scientific Reports, 10(1), 12360.
15. Molina-García C, Jiménez-García JD, Velázquez-Díaz D, Ramos-Petersen L, López-del-Amo-Lorente A, Martínez-Sebastián C, Álvarez-Salvago F. (2023). *Overweight and Obesity: Its Impact on Foot Type, Flexibility, Foot Strength, Plantar Pressure and Stability in Children from 5 to 10 Years of Age: Descriptive Observational Study*. Children, 10(4), 696.
16. Yan S, Li R, Shi B, Wang R, Yang L. (2020). *Mixed factors affecting plantar pressures and center of pressure in obese children: Obesity and flatfoot*. Gait & Posture, 80, 7-13.
17. Ortiz Sánchez JA, Pozo Cruz JD, Alfonso Rosa RM, Gallardo Gómez D, Álvarez Barbosa F. (2021). *Efectos del sedentarismo en niños en edad escolar: Revisión sistemática de estudios longitudinales*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, 40, 404-412.
18. Blanco M, Veiga OL, Sepulveda AR, Izquierdo-Gomez R, Roman FJ, Lopez S, Rojo M. (2019). *Family environment, physical activity and sedentarism in preadolescents with childhood obesity: ANOBAS case-control study*. Atencion Primaria, 52(4), 250-257.
19. Organización Mundial de la Salud. (2020). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Relación entre el estado ponderal y la postura del pie en escolares españoles: estudio transversal

LIDIA MARTÍNEZ DE SUS *et al.*

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
19/6/2024
e202406041

10

20. AESAN (2020). *Estudio ALADINO 2019: Estudio sobre alimentación, actividad física, desarrollo infantil y obesidad en España*.
21. 21. Porcentaje de personas con obesidad, por sexo según comunidad autónoma. Nota técnica del Ministerio de Sanidad. 2017. <https://www.sanidad.gob.es/estadEstudios/sanidadDatos/tablas/tabla10.html>
22. 22. Puntos de corte Tim J. Cole. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey.
23. Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Martínez-Nova A, Alfageme-García P, Cervera-Marín JA, Morales-Asencio JM. *Overweight, obesity and foot posture in children: A cross-sectional study*. J Paediatr Child Health. 2017 Jan;53(1):33-37.
24. Solves Ros E, Chiva Miralles MJ. (2019). *Relación del índice de masa corporal elevado asociado a la postura del pie y la actividad deportiva en la edad pediátrica*. EJPOT: European Journal of Podiatry-Revista Europea De Podología, 5(2), 47-53.
25. Vangara SV, Kumar D, Gopichand PV, Puri N. (2019). *Assessment of staheli arch index in tribal children of Jharkhand state*. Int J Anat Res, 7(1.2), 6161-6165.
26. Mahmoudzadeh Y, Alipour R. (2020). *Foot Arch Posture Development in Children and Adolescents aged 6 to 19 Years: A Cross-sectional Descriptive Study*.
27. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. (2008). *Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales*. Revista Española de Salud Pública, 82, 251-259.
28. Martínez Sanz JM, Ortiz-Moncada R. (2013). *Antropometría: manual básico para estudios de salud pública, nutrición comunitaria y epidemiología nutricional*. Prácticum.
29. Sánchez-Delgado G, Cadenas Sánchez C, Martínez Téllez BM, Mora González JR, FB. (2020). Hoja de cálculo para calcular IMC en niños y adolescentes. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/61590>
30. Dorca Coll A, Céspedes Céspedes T, Prats Climent B. (1988). *Exploración clínica podológica*. Podoscopio, 1988, vol. II, num. 9, p. 236-242.
31. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. (2006). *Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index*. Clinical biomechanics, 21(1), 89-98.
32. Portney LG, Watkins MP. (2009). *Foundations of clinical research: applications to practice* (Vol. 892, pp. 11-15). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
33. Gijon-Nogueron G, Martínez-Nova A, Alfageme-García P, Montes-Alguacil J, Evans AM. (2019). *International normative data for paediatric foot posture assessment: a cross-sectional investigation*. BMJ open, 9(4), e023341.
34. De Carvalho BKG, Penha PJ, Ramos NLJP, Andrade RM, Ribeiro AP, João SMA. (2020). *Age, sex, body mass index, and laterality in the foot posture of adolescents: a cross sectional study*. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 43(7), 744-752.
35. Horii M, Akagi R, Ogawa Y, Yamaguchi S, Kimura S, Ono Y, Sasho T. (2023). *Foot morphology and correlation with lower extremity pain in Japanese children: A cross-sectional study of the foot posture Index-6*. Journal of Orthopaedic Science, 28(1), 212-216.
36. Angin S, Crofts G, Mickle KJ, Nester CJ. (2014). *Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus*. Gait & posture, 40(1), 48-52.
37. Mahaffey R, Morrison SC, Bassett P, Drechsler WI, Cramp MC. (2016). *The impact of body fat on three dimensional motion of the paediatric foot during walking*. Gait & posture, 44, 155-160.
38. Cho Y, Park J, Nam K. (2019). *The relationship between foot posture index and resting calcaneal stance position in elementary school students*. Gait & Posture, 74, 142-147.
39. Hawke F, Rome K, Evans AM. (2016). *The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole-body flexibility in healthy children aged 7 to 15 years*. Journal of Foot and Ankle Research, 9, 1-5.

DE
SD

Relación
entre el estado
ponderal y
la postura
del pie en
escolares
españoles:
estudio
transversal
LIDIA
MARTÍNEZ
DE SUS
et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 96
19/5/2024
e202406041

11

DE
SD

40. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. *Normative values for the Foot Posture Index*. J Foot Ankle Res 1, 6 (2008).
41. Gijón-Nogueron G, Sanchez-Rodríguez R, Lopezosa-Reca E, Cervera-Marin JA, Martínez-Quintana R, Martínez-Nova A. (2015). *Normal values of the Foot Posture Index in a young adult Spanish population: a cross-sectional study*. Journal of the American Podiatric Medical Association, 105(1), 42-46.
42. De Bont J, Bennett M, León-Muñoz LM, Duarte-Salles T. (2022). *Prevalencia e incidencia de sobrepeso y obesidad en 2,5 millones de niños y adolescentes en España*. Revista Española de Cardiología, 75(4), 300-307.
43. Miqueleiz E, Lostao L, Regidor E. *Stabilisation of the trend in prevalence of childhood overweight and obesity in Spain: 2001-2011*. Eur J Public Health., 26 (2016), pp. 960-963.
44. Pastor-Fajardo MT, Bosch-Giménez VM, Larqué E, Solano Navarro C, Fuentes-Castelló MÁ, Pastor-Rosado J. (2020) Prevalence and secular trend of childhood overweight and obesity in a Mediterranean area of Southeast Spain. Child and Adolescent Obesity 3(1):136-149.
45. Jimenez-Cebrian AM, Morente-Bernal MF, Román-Bravo PD, Saucedo-Badía JF, Alonso-Ríos, JA, Montiel-Luque A. (2017). *Influence of age, sex, and anthropometric determinants on the foot posture index in a pediatric population*. Journal of the American Podiatric Medical Association, 107(2), 124-129.
46. Wisniewski AB, Chernausk SD. *Gender in childhood obesity: Family environment, hormones, and genes*. Gend Med., 6 (2009), pp. 76-85
47. Atkin AJ, Gorely T, Biddle SJH, Marshall SJ, Cameron N. *Critical hours: Physical activity and sedentary behavior of adolescents after school*. Pediatr Exerc Sci., 20 (2008), pp. 446-456
48. Telford RM, Telford RD, Olive LS, Cochrane T, Davey R. *Why are girls less physically active than boys? Findings from the LOOK longitudinal study*. PLoS One., (2016).
49. Minaie A, Shlykov M, Hosseinzadeh P, Mosca V. (2020). *Painful Flatfoot in Children and Adolescents: They're Not All The Same: Current Concept Review*. JPOSNA®, 2(2).
50. Bueno-Antequera J, Munguía-Izquierdo D. (2023). *Physical Inactivity, Sedentarism, and Low Fitness: A Worldwide Pandemic for Public Health*. En: Integrated Science of Global Epidemics (pp. 429-447). Cham: Springer International Publishing.
51. Evans AM, Karimi L. (2015). *The relationship between paediatric foot posture and body mass index: do heavier children really have flatter feet?* Journal of foot and ankle research, 8(1), 1-7
52. Martínez-Nova A, Gijón-Noguerón G, Alfageme-García P, Montes-Alguacil J, Evans AM. (2018). *Foot posture development in children aged 5 to 11 years: A three-year prospective study*. Gait & posture, 62, 280-284.
53. Molina-García C, Jiménez-García JD, Velázquez-Díaz D, Ramos-Petersen L, López-del-Amo-Lorente A, Martínez-Sebastián C, Álvarez-Salvago F. (2023). *Overweight and Obesity: Its Impact on Foot Type, Flexibility, Foot Strength, Plantar Pressure and Stability in Children from 5 to 10 Years of Age: Descriptive Observational Study*. Children, 10(4), 696.
54. Shapouri J, Aghaali M, Aghaei M, Iranikhah A, Ahmadi R, Hovsepian S. (2019). *Prevalence of lower extremities' postural deformities in overweight and normal weight school children*. Iranian Journal of Pediatrics, 29(5).

Relación
entre el estado
ponderal y
la postura
del pie en
escolares
españoles:
estudio
transversal

LIDIA
MARTÍNEZ
DE SUS
et al.

Rev Esp Salud Pública
Volumen 98
19/6/2024
e202406041

12