

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.



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.

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 ortesis 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/m^2), normopeso ($IMC=18,5-24,90$ kg/m^2), sobrepeso ($IMC=25-29,90$ kg/m^2) y obesidad ($IMC=30-34,90$ kg/m^2), 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). ▶

◀ **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

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)}	8	7	8	2	7	6	7	3
IPP derecho ^{(*) (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 98
19/6/2024
e202406041

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					p valor ^(**)	ρ ^(*)	p valor ^(**)			
		n pie cavo ^(b)	%	n pie neutro	%	n pie plano	%	N total	n pie cavo	%	n pie neutro				%	n pie plano	%
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	0,067	
Obesidad		0	0	1	9,1	10	90,9	11	0	0	0	9,1	11	90,9	11		0,770
Bajo peso		0	0	0	0	4	3,7	4	0	0	0	0	4	3,9	4	0,954	
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	-0,04	
Obesidad		0	0	3	27,3	8	72,7	11	0	0	3	27,3	8	72,7	11		

(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 Redmond, 2006. Pie cavo<5, Pie neutro=0-5, Pie plano>5. (*) Coeficiente de correlación Rho de Spearman (ρ). (***) Test de Chi-cuadrado (X²).

correlación fue muy débil ($\rho=0,00-0,25$), por lo que se puede afirmar que el estado ponderal no influía sobre la postura del pie derecho ($\rho=0,095$) e izquierdo ($\rho=0,067$; $p>0,05$) en la muestra estudiada. Sucedió lo mismo para el sexo femenino (pie derecho $\rho=-0,04$, pie izquierdo $\rho=0,008$; $p>0,05$).

Para el pie derecho, respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo masculino, predominó el pie plano con normopeso (87,40%) (n=83), seguido de pie plano con sobrepeso (81,8%) (n=36). Para el sexo femenino, predominó el pie plano con normopeso (74,50%) (n=76), seguido de pie plano con sobrepeso (73,10%) (n=19). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el pie derecho de los niños y de las niñas ($p=0,954$).

Para el pie izquierdo, respecto a la parte de la muestra clasificada con el sexo masculino, predominó el pie plano (63,1%) con normopeso (81,1%) (n=77), seguido de pie plano (27%) con sobrepeso (75%) (n=33). Para el sexo femenino, predominó el pie plano (71,6%) con normopeso (71,6%) (n=73), seguido de pie neutro (69,2%) con normopeso (26,5%) (n=17). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el pie izquierdo de los niños y de las niñas ($p=0,770$). [TABLA 4]

DISCUSIÓN



LOS OBJETIVOS DE ESTE ESTUDIO ERAN: evaluar las diferencias existentes en la postura del pie entre niños y niñas; las diferencias existentes en el estado ponderal entre niños y niñas; analizar si el estado ponderal influía sobre la postura del pie entre niños y niñas. Según los resultados obtenidos, el estado ponderal y la postura del pie tienen una relación diferente en función del género. 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. Respecto

al estado ponderal, se observó que no influye sobre la postura del pie infantil.

En la muestra de escolares estudiada se encuentra una mayor prevalencia de pie plano respecto a los otros tipos de pie, afectando en mayor número a los niños. Además, se encuentran valores superiores del IPP respecto a las niñas, lo que se traduce como mayores rangos de pronación. La bibliografía no recoge un consenso claro respecto a las diferencias entre la postura del pie según género. Gijón-Noguerón *et al.* (33) recopilaron las puntuaciones del IPP en 3.217 niños de tres a quince años de tres países (2.489 de España, 225 del Reino Unido y 503 de Australia) y también observaron diferencias entre sexos y puntuaciones del IPP más altas en el sexo masculino. De Carvalho *et al.* (34) y Horii *et al.* (35) también encontraron diferencias entre sexos, siendo los niños más propensos a tener una postura de pie en pronación, coincidiendo con nuestros resultados. 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 (36,37). Sin embargo, en los estudios de Cho *et al.* (38), Hawke *et al.* (39), Redmond *et al.* (40) y Gijón-Noguerón *et al.* (41) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del IPP entre sexos. La complejidad y variabilidad de los factores que pueden influir en el desarrollo 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.

Respecto a la prevalencia de sobrepeso y obesidad encontrada en nuestro estudio, en las niñas la prevalencia se mantiene por debajo en relación a los resultados del *Estudio ALADINO 2019* bajo el criterio IOTF (20).

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

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-Wolowicz *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.

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. 

Relación
entre el estado
ponderal y
la postura
del pie en
escolares
españoles:
estudio
transversal

LIDIA
MARTÍNEZ
DE SUS
et al.



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, Rađo 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, Perez-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>

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, Martinez-Nova A, Alfageme-Garcia P, Cervera-Marin 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*. EJPOD: 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, Martinez-Nova A, Alfageme-Garcia 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.

40. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. *Normative values for the Foot Posture Index*. J Foot Ankle Res 1, 6 (2008).
41. Gijon-Nogueron G, Sanchez-Rodriguez R, Lopezosa-Reca E, Cervera-Marin JA, Martinez-Quintana R, Martinez-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, Chernausek 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.