

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org

ORIGINAL

¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños en edad escolar?

María Laguna Nieto, Luis M. Alegre, Susana Aznar Laín, Javier Abián Vicén, Laura Martín Casado y Xavier Aguado Jódar*

Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla La Mancha, Toledo, España

Recibido el 25 de noviembre de 2008; aceptado el 26 de febrero de 2009

Disponible en Internet el 13 de enero de 2010

PALABRAS CLAVE

Índice de masa corporal;
Población infantil;
Centro de presiones;
Arch Index

Resumen

Objetivos: El propósito de este estudio ha sido analizar en escolares de primaria las posibles diferencias en la capacidad de equilibrio y en la huella plantar según el sexo y el nivel de sobrepeso.

Material y métodos: Se estudiaron 26 escolares (edad=11,6±0,5 años), 15 niñas y 11 niños de 6.º curso de primaria. Se analizaron las áreas de sus huellas plantares, las presiones plantares medias y el equilibrio. Se empleó revelador, fijador, papel fotográfico y una plataforma de fuerzas.

Resultados: Dentro del grupo de las niñas, al comparar los subgrupos con sobrepeso y sin sobrepeso, se observaron mayores Arch Index ($p=0,06$; tamaño del efecto [ES]=1) y áreas de la huella plantar en las que tenían sobrepeso. En el área barrida en el test de apoyo monopodal, los subgrupos con sobrepeso obtuvieron mayores recorridos, sin significación estadística pero con ES grandes (niños con sobrepeso=225,71 mm² y sin sobrepeso=163,77 mm²; niñas con sobrepeso=157,74 mm² y sin sobrepeso=83,52 mm²; ES=0,86 y 0,74, respectivamente). No se encontraron diferencias en el test de ajuste postural entre sujetos con y sin sobrepeso.

Conclusiones: Las niñas con sobrepeso han mostrado alteraciones en la huella plantar, tendiendo a tener pies planos. En los test de equilibrio sólo se encontraron diferencias significativas entre los grupos niños y niñas, aunque la significación práctica de las diferencias entre los grupos con y sin sobrepeso apuntan a un peor rendimiento en niños y niñas con sobrepeso.

© 2008 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: Xavier.Aguado@uclm.es (X. Aguado Jódar).

KEYWORDS

Body mass index;
 Childhood;
 Center of pressure;
 Arch Index

Does overweight affect the footprint and balance in school-aged children?**Abstract**

Purposes: This study aimed to analyze the differences in the footprint and balance performance in school-aged children, with and without overweight.

Material and methods: Twenty six school aged children, (age=11.6±0.5 years), 15 girls and 11 boys participated in the study. Their footprints, average plantar pressures and their balance performance were analyzed with photograph developer, fixer, photo paper and a force platform.

Results: The girls with overweight showed greater Arch Index ($p=0.06$, effect size (es)=1) and footprint areas than their normalweight counterparts. The area covered by the center of pressure during the single-leg balance test was greater in the overweight groups (overweight boys=225.71 mm²; normalweight boys=163.77 mm²; overweight girls=157.74 mm²; normalweight girls=83.52 mm²; $ES=0.86$ and 0.74 , respectively). There were no differences between overweight and normalweight subjects in the postural sway test.

Conclusions: Overweight girls showed flatter feet than the normalweight ones. In the balance tests, only appeared statistically significant differences between boys and girls, although the practical significance of the differences between overweight and normalweight groups point to a lower balance performance in overweight children.

© 2008 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Actualmente, existe una preocupación generalizada porque la prevalencia de sobrepeso y obesidad está alcanzando niveles de “epidemia” en muchos países desarrollados y en vías de desarrollo¹⁻³. Así, se ha producido un aumento mundial de la obesidad en personas de todas las edades⁴ y, entre ellas, en niños y adolescentes⁵. Según la Organización Mundial de la Salud⁶, en todo el mundo, aproximadamente el 10% de los niños en edad escolar (5-17 años) tienen sobrepeso (el 3% son obesos), en América alrededor del 33% (el 8% son obesos) y en Europa el 20% (el 4% son obesos). La obesidad infantil se reconoce como uno de los principales “problemas de salud” en Europa; especialmente en Italia, Grecia y España⁷. Según Lobstein y Frelut⁸, los países del sur de Europa muestran tendencia a mayores niveles de niños con sobrepeso. En un estudio realizado en la población infantil de una zona representativa de España (Aragón), en el cual se obtuvo el índice de masa corporal (IMC) en niños y niñas, se vio que más de un tercio de los niños y las niñas de 6-7 años tenían sobrepeso, aunque los niveles eran algo inferiores para los adolescentes de 13-14 años⁹. En un estudio posterior realizado por Serra et al¹⁰, en niños españoles de edades comprendidas entre 10 y 13 años, se obtuvo que la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 31,2%, observando que al dividir por sexos, la obesidad fue mucho mayor en varones (41,9%) que en mujeres (20%). Moreno et al¹¹, por el contrario, destacan que hay un aumento de sobrepeso en los últimos años en chicas: en la edad de 13 años ha aumentado del 20,5 al 25,8%, y en la de 14 del 21,5 al 23,9%.

La obesidad se considera cada vez más como un problema de salud pública¹². Reforzando esta idea, la relación de sobrepeso y obesidad con la morbilidad y la mortalidad está bien establecida y ha sido revisada recientemente¹³. Especialmente, la “obesidad infantil” se relaciona con

consecuencias a largo plazo para la salud^{2,14,15} debido a que los niños y adolescentes con sobrepeso tienen más probabilidad de ser obesos en la etapa adulta^{16,17}.

Entre los efectos de la obesidad infantil, a pesar de que en la mayoría de los niños no se manifiestan hasta pasados varios años o décadas¹⁸, están algunas consecuencias sobre la estructura musculoesquelética y, entre ellas, la alineación de los miembros inferiores¹⁹. Además, aumenta el riesgo de fracturas y existe menor movilidad general, lo que podría ser peligroso para la salud del niño o el adolescente²⁰, ya que los niños obesos tienen tendencia a ser menos activos que los niños normales²¹⁻²³. También puede aparecer una reducción de la flexibilidad y dificultades al andar y al correr⁴, por cambios en la estructura del pie. Los niños de corta edad con sobrepeso tienen los pies planos por el desarrollo de una almohadilla de grasa en el área del mediopié²⁴. Pero con la edad, la fuerza tensora de las estructuras plantares aumenta, por lo que el pie plano anterior desaparece. Si, por el contrario, la ganancia de peso continúa a medio o largo plazo, se mantiene el aplanamiento de la región del mediopié, desencadenando un pie plano²⁴⁻²⁶. En este sentido, Mickle et al²⁷, en un estudio realizado en niños con sobrepeso y obesidad determinaron que el pie plano en éstos no se debía a un mayor espesor de la almohadilla plantar, sino que sería causado por los “cambios estructurales” en la anatomía del pie, aspecto que posiblemente se vea agravado si dicho exceso de peso continúa más allá de la adolescencia.

Además, los cambios que se han asociado a la obesidad infantil podrían contribuir a una “menor capacidad de equilibrarse” del niño con sobrepeso u obesidad²⁸. No obstante, la mayoría de los estudios de obesidad en niños en edad escolar realizados hasta la fecha se han centrado en las consecuencias sobre el sistema musculoesquelético y la alineación corporal, existiendo menor cantidad de investigaciones acerca de diferencias en el equilibrio¹⁹. En este

sentido, Berrigan et al²⁹ sugieren que un aumento de la masa grasa corporal en sujetos adultos disminuye la estabilidad postural. En un estudio realizado por Bernard et al³⁰ en niños de 13–17 años, en el que se midió el equilibrio mediante el test de Romberg, se observó que el control postural de los adolescentes obesos era peor que el de los sujetos de la misma edad con normopeso. Este hecho se intensifica cuando se somete al sujeto a perturbaciones posturales presentando, de este modo, un mayor riesgo de caída que los sujetos de menor peso³¹.

Tras la “revisión bibliográfica” y observando los pocos estudios sobre equilibrio en niños obesos con respecto a no obesos, se ha establecido como objetivo analizar en escolares de primaria las posibles diferencias en la capacidad de equilibrio y en la huella plantar según el sexo y el nivel de sobrepeso.

Material y métodos

Sujetos

El estudio se realizó sobre un total de 26 escolares (11 niños y 15 niñas) de 6.º curso de primaria, sin antecedentes de enfermedad neurológica, trastornos musculoesqueléticos, visuales o vestibulares conocidos. Las características descriptivas de estos sujetos se pueden ver detalladamente en la tabla 1. Todos los sujetos fueron informados de los objetivos y de las características del estudio y entregaron al investigador una carta de consentimiento por escrito, firmada por los padres, para participar en la investigación.

Instrumentos

Para describir las características cineantropométricas se utilizó una báscula de pie Seca 709 (SECA, Alemania), con sensibilidad de 100 g, un antropómetro GPM 101 (Siber & Hegner, Suiza), con sensibilidad de 1 mm, un plicómetro Holtain (Holtain, Reino Unido), con sensibilidad de 0,2 mm, y un tallímetro Seca (SECA, Alemania), con sensibilidad de 1 mm. Para la realización de los test de equilibrio se usó una plataforma de fuerzas extensiométrica Dinascan 600M (IBV, España), con una superficie de 0,60 × 0,37 m, conectada a un ordenador. Los test se realizaron con una frecuencia de muestreo de 50 Hz. Para la obtención de la huella plantar se usó revelador, fijador y papel fotográfico blanco y negro.

Protocolos

Las mediciones de cineantropometría utilizaron los protocolos recomendados por el Grupo Español de Cineantropometría³². La toma de datos se llevó a cabo en 3 sesiones diferentes. En la primera sesión se tomó la huella plantar mediante fotopodograma del pie derecho (fig. 1), siguiendo la metodología de Viladot³³. La segunda sesión se dedicó a la cineantropometría, con el fin de recoger datos descriptivos de la muestra, para después llevar a cabo una sesión de familiarización de 10 min del test de balanceo. Ésta consistía en una demostración por parte del investigador y posteriormente un entrenamiento técnico de los test de equilibrio. En la tercera sesión se procedió a la realización de 2 test de equilibrio: apoyo monopodal y balanceo. Entre ambos test se dejaba un intervalo de 120 s de descanso y se realizaban 3 intentos de cada uno para escoger el mejor de ellos.

Tabla 1 Características descriptivas de la población estudiada

	n	Edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	IMC (kg m ⁻²)	Grasa (%)	FFM (kg)	Sobrepeso (n)
Niñas	15	11,46 (0,49)	1,49 (0,04)	45,86 (7,58)	20,60 (3,06)	23,34 (3,85)	22,52 (5,48)	6
Niños	11	11,70 (0,50)	1,50 (0,06)	42,69 (6,97)	18,79 (1,90)	20,04 (6,21)	22,65 (4,18)	2
Todos	26	11,56 (0,50)	1,50 (0,05)	44,52 (7,36)	19,84 (2,74)	21,94 (5,15)	22,58 (4,88)	8

Media (desviación estándar).

FFM: *fat free mass* ‘peso libre de grasa’; IMC: índice de masa corporal; n=número de sujetos.



Figura 1 Obtención de la huella plantar mediante fotopodograma y ejemplo de una huella de un sujeto del estudio.

Test de apoyo monopodal (fig. 2): el niño subía a la plataforma descalzo, colocando el pie derecho sobre las líneas de referencia en los planos frontal y sagital marcadas previamente sobre la plataforma. El niño debía mantener la pierna libre sin rozar la de apoyo ni la plataforma para permanecer lo más quieto posible durante los 10s que duraba el test. El niño debía mantener durante todo el test los brazos a lo largo del cuerpo, los ojos abiertos y la mirada fija en una cruz (con el eje horizontal más largo que el vertical) situada enfrente a 1,5m de la plataforma y permanecer lo más inmóvil posible durante la medición.



Figura 2 Test de apoyo monopodal.

Test de balanceo: consistía en subir a la plataforma descalzo, colocando ambos pies apoyados sobre las líneas fijadas. A 1,5m de la plataforma aparecían proyectadas 4 dianas, que se iluminaban al azar. Permanecían iluminadas durante 10s. El niño debía desplazar lo más rápido posible su centro de presiones hacia la diana iluminada, manteniendo los brazos a lo largo del cuerpo y manteniéndose dentro de la diana hasta que la próxima se iluminase. La duración del test era de 40s.

Las *huellas plantares* se escanearon y posteriormente se digitalizó su contorno mediante el programa Area Calculator 2.61 de José Luis López Elvira para calcular el área y los diferentes parámetros de la huella.

Variables

Se obtuvo el IMC y el porcentaje de grasa corporal. El porcentaje de grasa se calculó según la fórmula propuesta por Lohman et al³⁴. El sobrepeso se calculó a partir de las tablas (según edad y sexo) de IMC del estudio de Cole et al³⁵. Con el programa Area Calculator 2.61 se obtuvieron en la huella plantar las áreas del antepié, el mediopié, el retropié, el área total y el Arch Index, siguiendo los protocolos de Cavanagh y Rodgers³⁶. El Arch Index resulta de dividir el área del mediopié entre el área total de la huella, y expresa la tendencia del pie a ser plano, de tal forma que mayores valores indican mayor grado de pie plano. Para calcular la presión media total se dividió el peso del sujeto entre el área total de la huella plantar. En el test de apoyo monopodal se obtuvo el área barrida por el centro de presiones. Esta área es la misma que se obtendría de proyectar el centro de gravedad del sujeto sobre la base de sustentación (*plomada*): un mejor equilibrio conseguirá una menor área. En el test de balanceo se obtuvo el porcentaje de aciertos. Se trata del porcentaje de veces que se logra llegar a situar el centro de gravedad proyectado sobre la diana que se ha encendido: un mejor equilibrio conseguirá un mayor porcentaje de aciertos.

Estadística

Se usó el programa SPSS 15.0. Se hicieron pruebas de estadística no paramétrica. Se hallaron medias, desviaciones típicas, rangos y se utilizó el test de la U de Mann-Whitney para comparar los grupos por sexo y nivel de sobrepeso. Las relaciones entre variables antropométricas, de la huella plantar y del equilibrio fueron analizadas mediante correlaciones lineales. Se usó el criterio estadístico de significación de $p < 0,05$. El tamaño del efecto (ES) se calculó mediante la *d* de Cohen, para tener en cuenta la significación práctica de las diferencias.

Resultados

Los resultados en las variables estudiadas se presentan en la [tabla 2](#). Se hicieron 2 grupos para analizar los resultados de niños y niñas por separado y, dentro de cada uno, 2 subgrupos: con sobrepeso y sin sobrepeso.

Las mayores diferencias se han encontrado dentro del grupo de las niñas. En éste, al comparar los subgrupos con sobrepeso y sin sobrepeso, se observaron mayores Arch Index ($p=0,06$; $ES=1$)

Tabla 2 Resultados de las variables de la huella plantar y los test de equilibrio, agrupadas por sexo e índice de masa corporal

	Niños		Niñas	
	Con sobrepeso	Sin sobrepeso	Con sobrepeso	Sin sobrepeso
<i>Dimensiones del pie</i>				
Área del antepié (mm ²)	3.104,88 (635,43)	3.148,74 (589,96)	3.740,29 (164,63)**	3.180,09 (423,90)
Área del mediopié (mm ²)	1.534,90 (233,06)	1.633,99 (609,48)	2.213,01 (751,15)*	1.486,75 (516,61)
Área del retropié (mm ²)	2.279,46 (313,20)	2.082,30 (471,09)	2.485,41 (175,33)**	2.167,53 (226,93)
Área total (mm ²)	6.919,24 (715,57)	6.919,24 (715,57)	8.438,70 (973,12)	6.834,37 (996,82)
AI	0,22 (0,06)	0,23 (0,04)	0,26 (0,05) (p=0,06)	0,21 (0,05)
Presión media total (kPa)	697,41 (84,56)	611,58 (159,46)	606,94 (94,74)	607,19 (113,70)
<i>Test de equilibrio</i>				
Área barrida (mm ²)	225,71 (81,76)	163,77 (60,28)	157,74 (140,54)	83,52 (10,40)
Aciertos (%)	64,60 (24,75)	72,61 (15,37)	81,54 (15,41)	79,30 (15,47)

Las significaciones estadísticas muestran la comparación con y sin sobrepeso dentro del mismo sexo.

AI: Arch Index.

*p<0,05.

**p<0,01.

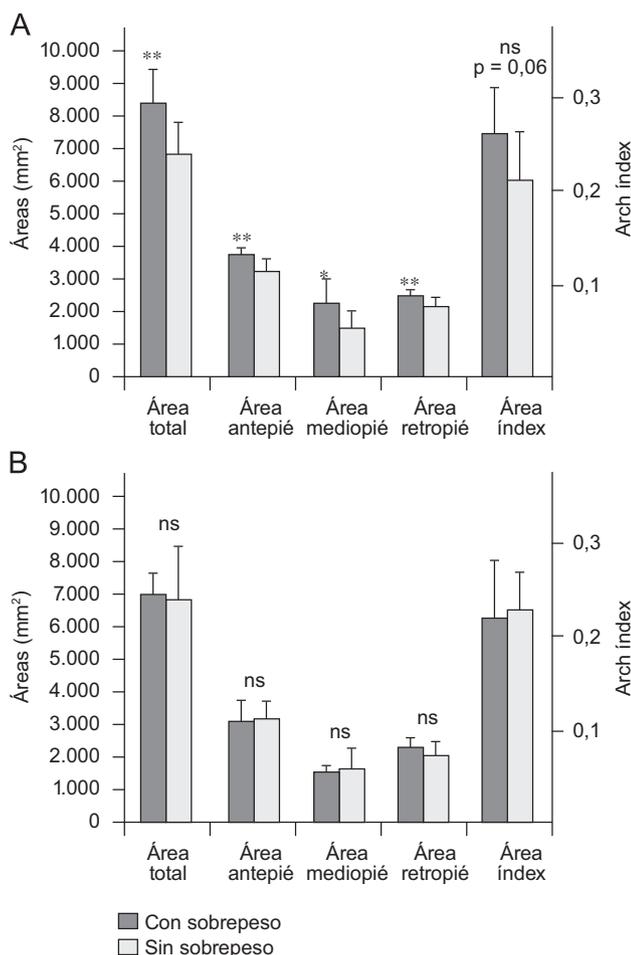


Figura 3 Resultados obtenidos en el área total, área del antepié, área del mediopié, área del retropié y Arch Index de la huella plantar según el índice de masa corporal en niñas (A) y en niños (B). Las barras de error muestran la desviación típica. *p< 0,05. **p<0,01. NS=no significativo.

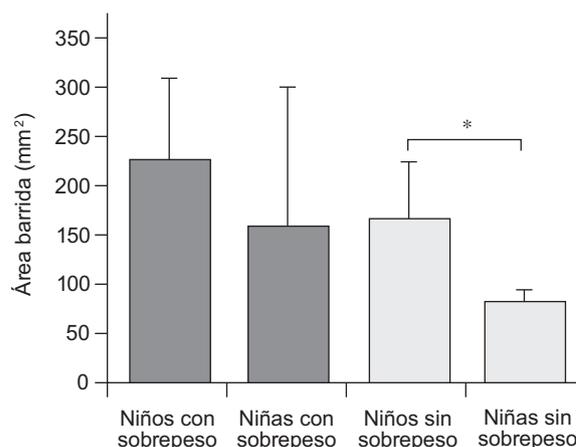


Figura 4 Resultados obtenidos en el área barrida del test de equilibrio estático según el sexo y el índice de masa corporal. Las barras de error muestran la desviación estándar. *p<0,05.

y significativas mayores áreas de la huella plantar (total, antepié y retropié) (fig. 3) en quienes tenían sobrepeso. En el área barrida en el test de apoyo monopodal, los subgrupos con sobrepeso, tanto el grupo de niños como el de niñas, obtuvieron mayores recorridos (niños con sobrepeso=225,71 ± 81,76 mm² y sin sobrepeso=163,77 ± 60,28 mm², p=no significativo [NS]; niñas con sobrepeso=157,74 ± 140,54 mm² y sin sobrepeso=83,52 ± 10,40 mm², p=NS). En el test de balanceo las niñas con sobrepeso obtuvieron mejores puntuaciones que las niñas sin sobrepeso, mientras que en el grupo de niños, los niños con sobrepeso alcanzaron peores puntuaciones que los niños sin sobrepeso, aunque no hubo diferencias significativas (niñas con sobrepeso=81,54 ± 15,41% y niñas sin sobrepeso=79,30 ± 15,47%, p=NS; niños con sobrepeso=64,60 ± 24,75% y niños sin sobrepeso=72,61 ± 15,37%, p=NS) y los ES fueron bajos (ES=0,15–0,39).

Al comparar niñas con niños sin sobrepeso se observaron diferencias significativas en el test de apoyo monopodal, los

niños son quienes registraron áreas superiores (niños sin sobrepeso= $163,77 \pm 60,28 \text{ mm}^2$ y niñas sin sobrepeso= $83,52 \pm 10,40 \text{ mm}^2$, $p < 0,01$) (fig. 4).

No se encontraron correlaciones reseñables entre las variables antropométricas, de la huella plantar o de equilibrio.

Discusión

Huellas plantares

Los resultados obtenidos en las huellas plantares son consistentes con el estudio de Riddiford-Harland et al²⁴, quienes hallaron mayores áreas plantares en sujetos obesos de 8 a 9 años en comparación con sujetos no obesos. Sin embargo, en nuestro estudio, los resultados sólo han sido significativos en el grupo de las niñas, probablemente debido a que era un grupo con más sujetos que el de niños y a que presentaban mayores diferencias en el IMC entre los sujetos que tenían sobrepeso y los que no. También se podría explicar la no aparición de diferencias significativas en el grupo de niños con lo que comentan Mickle et al²⁷ respecto a niños y adolescentes, que llegarían a presentar pie plano por un mecanismo de sobrecarga continuada en el tiempo. Esto favorecería que las relaciones de la obesidad con huellas planas aparecieran más tarde, durante la adolescencia^{24,25,28}.

Área barrida

Según Goulding et al³⁷, en niños y adolescentes de edades comprendidas entre 10 y 21 años, existe una relación significativa entre el peso corporal, el IMC, el porcentaje de grasa y masa grasa total y la puntuación en pruebas de equilibrio, de forma que los adolescentes con sobrepeso obtienen peor equilibrio que los adolescentes sin sobrepeso. En la misma línea de trabajo, Bernard et al³⁰ obtuvieron resultados similares en sujetos obesos de 13 a 17 años, pero sólo cuando el control postural era alterado por una superficie de espuma. En este sentido, en nuestro estudio se han observado mayores áreas barridas en el test de equilibrio monopodal en los subgrupos con sobrepeso, aunque no significativas. Esto puede ser debido a que el test se hizo sin la perturbación añadida de la espuma o también al número de sujetos del estudio. Si este estudio se realizase con más sujetos, probablemente las diferencias llegarían a ser significativas. Reforzando esta idea, se obtuvo un ES grande en las diferencias del grupo de niños ($ES=0,86$) y medio-grande en las del grupo de niñas ($ES=0,74$). Se calculó el número mínimo de sujetos para cubrir las posibles diferencias en áreas barridas entre subgrupos sin y con sobrepeso en 44 para el grupo de niñas y en 21 para el de niños, con una potencia estadística del 80%.

Porcentaje de aciertos

En el test de balanceo no se encontraron diferencias en el porcentaje de aciertos entre sujetos con y sin sobrepeso, lo que puede ser originado porque este test implica estrategias de ajuste postural diferentes a las del test de apoyo monopodal,

como, por ejemplo, en el nivel de activación de la musculatura proximal y distal del miembro inferior³⁹. El sobrepeso en niños puede llegar a afectar sustancialmente el rendimiento de determinados test motores, sin provocar diferencias significativas en otros⁴⁰. Sería interesante poder delimitar qué equilibrios se ven más afectados por el sobrepeso para poder diseñar en el futuro intervenciones dentro del marco escolar, que intentarían corregir estas carencias en sujetos con sobrepeso. Todo esto sin socavar la posible influencia de la actividad física y la sensibilización por un estilo de vida menos sedentario que las clases de educación física pudieran lograr⁴¹.

Comparación entre sexos

Por otro lado, los resultados del área barrida en sujetos sin sobrepeso han sido significativamente mejores (menores áreas) en el grupo de niñas ($p < 0,05$), confirmando los resultados de un estudio realizado por Steindl et al³⁸, en el cual los varones de 11–12 años obtuvieron peores resultados que las niñas de la misma edad. En sujetos con sobrepeso también presentaron mejores resultados el subgrupo de niñas, aunque no fueron significativos.

Respecto al porcentaje de aciertos los subgrupos de niñas presentaron mayores porcentajes que los de niños, aunque las diferencias no fueron significativas.

Limitaciones del trabajo

La principal limitación de este estudio es la dificultad de trabajar con metodologías y protocolos sofisticados de biomecánica dentro del marco escolar. Este hecho es difícil de compaginar con la obtención del número mínimo de sujetos requeridos para lograr una significación estadística. A pesar de esto, se han obtenido elevados ES al comparar sujetos sin y con sobrepeso.

Futuros estudios deberían intentar alcanzar el número mínimo de sujetos requerido, quizás a costa de simplificar las metodologías de análisis. Por otro lado, también deberían estudiarse sujetos adolescentes porque, de esta manera, las posibles diferencias en las huellas plantares y en algunos tipos de equilibrio podrían ser más evidentes, al tiempo que la mayor edad de los sujetos facilitaría estudiar a grupos más numerosos.

Conclusiones

Las niñas con sobrepeso han mostrado alteraciones en la huella plantar, tendiendo a tener pies planos. No así los niños de este estudio, que pudieran acabar presentándolos unos años más tarde si la sobrecarga del peso excesivo sigue actuando sobre sus pies.

Los niños y las niñas con sobrepeso han presentado peores resultados (aunque no significativos) en el test de equilibrio estático en apoyo monopodal. En cambio, no hubo diferencias entre sujetos con normopeso y sobrepeso en el test de balanceo. De esta forma, el sobrepeso podría afectar a unos tipos de equilibrio pero no a otros. Sería interesante delimitar bien aquellos equilibrios que son afectados por el sobrepeso de cara a poder intervenir dentro del marco escolar con el propósito de corregir las carencias en equilibrio de sujetos con sobrepeso.

Los subgrupos de niñas han obtenido mejores resultados en los test de equilibrio que los subgrupos de niños.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiación

Este estudio ha sido posible gracias al proyecto “Calzado Biomecánico para Niños” (referencia PAI 07-0071-0231) de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Agradecimientos

Se agradece al Colegio Público “Santa Teresa” de Toledo, a los niños y las niñas que participaron, a la directora D.^a Esperanza López Pérez y a la profesora D.^a Dulce N. Rodríguez Casares por la disposición mostrada para que este trabajo se pudiera llevar a cabo.

Bibliografía

- Tremblay MS, Willms JD. Is the Canadian childhood obesity epidemic related to physical inactivity? *Int J Obes.* 2003;27:1100–5.
- Racette SB, Deusinger SS, Deusinger RH. Obesity; overview of prevalence, etiology, and treatment. *Phys Ther.* 2003;83:276–88.
- Swallen KC, Reither EN, Haas SA, Meier AM. Overweight, obesity, and health-related quality of life among adolescents: The National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Pediatrics.* 2005;115:340–7.
- Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakin A, et al. Consensus statement: Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90:1871–87.
- Moreno LA, Sarría A, Fleta A, Rodríguez G, Bueno M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragón (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes.* 2000;24:925–31.
- Dämon S, Dietrich S, Widhalm K. Prevention study of obesity: A project to prevent obesity during childhood and adolescence. *Acta Paediatr Suppl.* 2005;94:47–8.
- Livingstone MBE. Childhood obesity in Europe: A growing concern. *Public Health Nutrition.* 2001;4:109–16.
- Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obes Rev.* 2003;4:195–200.
- Moreno LA, Sarría A, Popkin BM. The nutrition transition in Spain: A European Mediterranean country. *Eur J Clin Nutr.* 2002;56:992–1003.
- Serra L, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Peña L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid (1998–2000). *Med Clin.* 2003;121:725–32.
- Moreno LA, Mesana MI, Fleta J, Ruiz JR, González-Gross M, Sarría A, et al. Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. *Ann Nutr Metab.* 2005;49:71–6.
- Moreno LA, Fleta J, Sarría A, Rodríguez G, Bueno M. Secular increases in body fat percentage in male children of Zaragoza, Spain, 1980–1995. *Prev Med.* 2001;33:357–63.
- Mota J. Physical activity and obesity in children (Special Issue: Human Obesity: A Major Health Problem). *J Hum Ecol.* 2005;13:55–9.
- Must A. Does overweight in childhood have an impact on adult health? *Nutr Rev.* 2003;61:139–42.
- Wright CM, Parker L, Lamont D, Craft AW. Implications of childhood obesity for adult health: Findings from thousand families cohort study. *Br Med J.* 2001;323:1280–4.
- Cole T, Rolland-Cachera MF. Measurement and definition. En: Burniat W, Cole T, Lissau I, Poskitt E, editores. *Child and adolescent obesity: Causes and consequences, prevention and management.* Cambridge: Cambridge University Press; 2002. p. 3–22.
- Reilly JJ, Dorosty AR, Emmett PM. Prevalence of overweight and obesity in British children: Cohort study. *Br Med J.* 1999;319:1039.
- Must A, Strauss RS. Risk and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes.* 1999;23:S2–11.
- Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obes Rev.* 2006;7:209–18.
- Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC, et al. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics.* 2006;117:2167–74.
- Ku LC, Shapiro LR, Crawford PB, Huenemann RL. Body composition and physical activity in 8-year-old children. *Am J Clin Nutr.* 1981;34:2770–5.
- Barquero P, Barriopedro MI, Montil M. Patrones de actividad física en niños con sobrepeso y normopeso: un estudio de validez concurrente. *Apunts Medicina de l'Esport.* 2008;159:127–34.
- Tinajas A, Tinajas JV. Aspectos prácticos del tratamiento de la obesidad infantil. *Apunts Medicina de l'Esport.* 1993;30:117–34.
- Riddiford-Harland DL, Steele JR, Storlien LH. Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *Int J Obes.* 2000;24:541–4.
- Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int J Obes.* 2004;28:1514–9.
- Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006;118:634–9.
- Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. The feet of overweight and obese young children: Are they flat or fat? *Obesity.* 2006;14:11.
- Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:845–52.
- Berrigan F, Simoneau M, Tremblay A, Hue O, Teasdale N. Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *Int J Obes.* 2006;30:1750–7.
- Bernard PL, Geraci M, Hue O, Amato M, Seynnes O, Lantieri D. Influence of obesity on postural capacities of teenagers. Preliminary study. *Ann Readaptation Med Phys.* 2003;46:184–90.
- Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: Mathematical modeling of postural control. *IEEE Trans Neural Systems Rehabil Eng.* 2001;9:126–36.
- Aragónés MT, Casajús JA, Rodríguez F, Cabañas MD. Protocolos de medidas antropométricas. En: Esparza F, editor. *Manual de cineantropometría.* Pamplona: FEMEDE; 1993. p. 35–66.
- Viladot A. Exploración. En: Viladot A, editor. *Quince lecciones sobre patología del pie.* Barcelona: Toray; 1989. p. 35–53.
- Lohmann TG, Slaughter MH, Boileau RA, Bunt JC, Lussier L. Bone mineral measurements and their relation to body density in children, youth and adults. *Hum Biol.* 1984;667–79.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *Br Med J.* 2000;320:1240.

36. Cavanagh PR, Rodgers MM. The Arch Index: A useful measure from footprints. *J Biomech.* 1987;20:547-51.
37. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: Effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait post.* 2003;17:136-41.
38. Steindl R, Kunz K, Schrott-Fischer A, Scholtz AW. Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48:477-82.
39. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol.* 1996;75:2334-43.
40. Rubio JA, Abián J, Alegre LM, Lara AJ, Miranda M, Aguado X. Capacidad de salto y amortiguación en escolares de primaria. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2007;120:235-44.
41. Montecinos R, Prat JA. Incremento de la actividad física en niños y su efecto sobre la composición corporal y la condición física. *Apunts Medicina de l'Esport.* 1982;75:169-75.