

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Afecta el sobrepès la petjada plantar i l'equilibri dels nens en edat escolar?

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

Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, Espanya

Rebut el 25 de novembre de 2008; acceptat el 26 de febrer de 2009

PARAULES CLAU

Índex de massa corporal;
Població infantil;
Centre de pressions;
Arch Index

Resum

Objectius: El propòsit d'aquest estudi ha estat analitzar en escolars de primària les possibles diferències en la capacitat d'equilibri i en la petjada plantar, segons el sexe i el nivell de sobrepès.

Mètodes: Es van estudiar 26 escolars (edat = $11,6 \pm 0,5$ anys), 15 nenes i 11 nens de sisè curs de primària. Es van analitzar les àrees de les seves petjades plantars, les pressions plantars mitjanes i l'equilibri. Es va utilitzar revelador, fixador, paper fotogràfic i una plataforma de forces.

Resultats: En el grup de les nenes, en comparar els subgrups amb sobrepès i sense sobrepès, es van observar uns més grans Arch Index ($p = 0,06$; grandària de l'efecte [ES] = 1) i àrees de petjada en les que tenien sobrepès. En l'àrea batuda en el test del suport monopodal, els subgrups amb sobrepès van obtenir més recorregut, sense significació estadística, però amb grandàries de l'efecte grans (nens amb sobrepès = $225,71 \text{ mm}^2$ i sense sobrepès = $163,77 \text{ mm}^2$; nenes amb sobrepès = $157,74 \text{ mm}^2$ i sense sobrepès = $83,52 \text{ mm}^2$; ES = 0,86 i 0,74, respectivament). No es van trobar diferències en el test d'ajust postural entre subjectes amb sobrepès i sense.

Conclusions: Les nenes amb sobrepès han mostrat alteracions en la petjada plantar, amb tendència a tenir peus plans. En els tests d'equilibri només es van trobar diferències significatives entre els grups nens i nenes, malgrat que la significació pràctica de les diferències entre els grups amb sobrepès i sense apunten vers un rendiment pitjor en nens i nenes amb sobrepès.

© 2008 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: Xavier.Aguado@uclm.es (Xavier 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 normal weight 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 mm^2 ; normal weight boys = 163.77 mm^2 ; overweight girls = 157.74 mm^2 ; normal weight girls = 83.52 mm^2 ; 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 normal weight ones. In the balance tests, only appeared statistically significant differences between boys and girls, although the practical significance of the differences between overweight and normal weight 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.

Introducció

Actualment hi ha una preocupació generalitzada perquè la prevalença de sobrepès i obesitat està assolint nivells d'epidèmia a molts països desenvolupats i en vies de desenvolupament¹⁻³. Així, s'ha produït un augment mundial de l'obesitat en persones de totes les edats⁴, entre les quals en nens i adolescents⁵. Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS)⁶, arreu del món, aproximadament el 10% dels nens en edat escolar (5-17 anys) tenen sobrepès (un 3% són obesos); a Amèrica al voltant del 33% (un 8% són obesos), i a Europa el 20% (un 4% són obesos). L'obesitat infantil es reconeix com un dels principals problemes de salut a Europa, especialment a Itàlia, Grècia i Espanya⁷. Segons Lobstein i Frelut⁸, els països del Sud d'Europa mostren tendència a nivells més elevats de nens amb sobrepès. En un estudi realitzat en la població infantil d'una zona representativa d'Espanya (Aragó), en què es va obtenir l'índex de massa corporal (IMC) en nens i nenes, es va veure que més d'un terç dels nens i nenes de 6-7 anys tenien sobrepès, per bé que els nivells eren una mica inferiors per als adolescents de 13-14 anys⁹. En un estudi posterior realitzat per Serra et al¹⁰ en nens espanyols d'edats compreses entre 10 i 13 anys, es va obtenir que la prevalença de sobrepès i d'obesitat era del 31,2%, i es va observar que en la segmentació per sexes, l'obesitat va ser molt superior en nois (41,9%) que no pas en dones (20%). Moreno et al¹¹, en canvi, destaquen que hi ha un augment de sobrepès els últims anys en noies: en l'edat de 13 anys ha augmentat del 20,5 al 25,8%, i en les de 14, del 21,5 al 23,9%.

L'obesitat es considera cada vegada més com un problema de salut pública¹². Reforçant aquesta idea, la relació de sobrepès i obesitat amb la morbiditat i mortalitat està ben establerta i ha estat revisada recentment¹³. D'una manera

especial, l'obesitat infantil es relaciona amb conseqüències a llarg termini per a la salut^{2,14,15}, pel fet que els nens i adolescents amb sobrepès tenen més probabilitat de ser obesos en l'etapa adulta^{16,17}.

Entre els efectes de l'obesitat infantil, malgrat que en la majoria dels nens no es manifesten fins passats uns anys o dècades¹⁸, hi ha algunes conseqüències sobre l'estructura musculoesquelètica, entre les quals l'alineació dels membres inferiors¹⁹. A més, augmenta el risc de fractures i hi ha una menor mobilitat general, la qual cosa podria ser perillosa per a la salut del nen o adolescent²⁰, ja que els nens obesos tenen tendència a ser menys actius que no pas els nens normals²¹⁻²³. També pot aparèixer una reducció de la flexibilitat i dificultats a l'hora de caminar i córrer⁴, per canvis en l'estructura del peu. Els nens de poca edat amb sobrepès tenen els peus plans pel desenvolupament d'un coixí de greix a l'àrea medial del peu²⁴, però amb l'edat, la força tensora de les estructures plantars augmenta, per la qual cosa el peu pla anterior desapareix. Si, contràriament, el guany de pes continua a mitjà o llarg termini, es manté l'aplanament de la regió del peu medial, tot desencadenant peu pla²⁴⁻²⁶. En aquest sentit, Mickle et al²⁷, en un estudi fet a nens amb sobrepès i obesitat van determinar que el seu peu pla no era per causa d'un gruix més gran del coixí plantar, sinó pels canvis estructurals en l'anatomia del peu, aspecte que possiblement es veu agreujat si el dit excés de pes continua més enllà de l'adolescència.

A més, els canvis que s'han associat a l'obesitat infantil podrien contribuir a una menor capacitat d'equilibrar-se del nen amb sobrepès o obesitat²⁸. No obstant això, la majoria d'estudis d'obesitat en nens en edat escolar duts a terme fins ara s'han centrat en les conseqüències sobre el sistema musculoesquelètic i l'alineació corporal, mentre que hi ha menys quantitat d'investigacions sobre diferèn-

cies en l'equilibri¹⁹. En aquest sentit, Berrigan et al²⁹ suggereixen que un augment de la massa de greix corporal en subjectes adults fa minvar l'estabilitat postural. En un estudi realitzat per Bernard et al³⁰ amb nens de 13-17 anys, en el qual es va mesurar l'equilibri mitjançant el test de Romberg, es va observar que el control postural dels adolescents obesos era pitjor respecte del que tenen els subjectes de la mateixa edat amb normopès. Aquest fet s'intensifica quan el subjecte és sotmès a pertorbacions posturals i presenta, doncs, més risc de caiguda que els subjectes de menys pes³¹.

Després de la revisió bibliogràfica i observant els pocs estudis sobre equilibri en nens obesos respecte de no obesos, ens hem establert com a objectiu analitzar en escolars de primària les possibles diferències en la capacitat d'equilibri i en la petjada plantar, segons el sexe i el nivell de sobrepès.

Material i mètodes

Subjectes

L'estudi es va fer sobre un total de 26 escolars (11 nens i 15 nenes) de sisè curs de primària, sense antecedents de malaltia neurològica, trastorns musculoesquelètics, visuals o vestibulars coneguts. Les característiques descriptives d'aquests subjectes es poden veure detalladament en la taula 1. Tots els subjectes van ser informats dels objectius i les característiques de l'estudi i van lliurar a l'investigador

una carta de consentiment per escrit, signada pels pares, a fi de poder participar en la recerca.

Instruments

Per descriure les característiques cineantropomètriques es va utilitzar una bàscula de peu Seca (amb sensibilitat de 100 g), un antropòmetre GPM (amb sensibilitat d'1 mm), un plicòmetre Holtein (amb sensibilitat de 0,2 mm) i un tallímetre Seca (amb sensibilitat d'1 mm). Per als tests d'equilibri es va utilitzar una plataforma de forces extensiomètrica Dinascan 600 M, amb una superfície de 0,60×0,37 m, connectada a un ordinador. Els tests es van fer amb una freqüència de mostratge de 50 Hz. Per obtenir la petjada plantar es va utilitzar revelador, fixador i paper fotogràfic blanc i negre.

Protocols

Per als mesuraments de cineantropometria es van utilitzar els protocols recomanats pel Grupo Español de Cineantropometria³². L'obtenció de dades es va dur a terme en tres sessions diferents. En la primera sessió es va agafar la petjada mitjançant fotopodograma del peu dret (fig. 1), seguint la metodologia de Viladot³³. La segona sessió es va dedicar a la cineantropometria, a fi de recollir dades descriptives de la mostra, per després dur a terme una sessió de familiarització de 10 min del test de balanceig. Aquesta sessió consistia en una demostració de l'investigador, i posteriorment un entrenament tècnic dels tests d'equilibri. En

Taula 1 Característiques descriptives de la població estudiada

	n	Edat (anys)	Estatura (cm)	Pes (kg)	IMC ($\text{k}\cdot\text{m}^{-2}$)	Greix (%)	FFM (kg)	Sobrepès (n)
Nenes	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
Nens	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
Tots	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

Mitjana (desviació estàndard).

FFM: *fat free mass* o pes lliure de greix; IMC: índex de massa corporal; n: nombre de subjectes.



Figura 1 Obtenció de la petjada plantar mitjançant fotopodograma i exemple de petjada d'un subjecte de l'estudi.

la tercera sessió es van fer dos tests d'equilibri: suport monopodal i balanceig. Entre ambdós tests es deixava un interval de 120 s de descans, i cadascú feina tres intents, per triar-ne el millor.

Test de suport monopodal (fig. 2). El nen pujava a la plataforma descalç, col·locant el peu dret sobre les línies de referència en els plans frontal i sagital marcades prèviament damunt la plataforma. El nen havia de mantenir la cama lliure sense fregar la de suport ni la plataforma, per romandre tan quiet com fos possible durant els 10 s de durada del test. El nen havia de mantenir durant tot el test els braços al llarg del cos, els ulls oberts i la mirada fixa en una



Figura 2 Test de suport monopodal.

creu (amb l'eix horitzontal més llarg que el vertical), situada davant, a 1,5 m de la plataforma, i romandre al més immòbil possible durant el mesurament.

Test de balanceig. Consistia a pujar a la plataforma descalç, col·locant ambdós peus recolzats sobre les línies indicades. A 1,5 m de la plataforma apareixien projectades 4 dianes, que s'il·luminaven a l'atzar. Restaven il·luminades durant 10 s. El nen havia de desplaçar com més ràpidament possible el seu centre de pressions (COP) cap a la diana il·luminada, tot mantenint els braços al llarg del cos i mantenint-se dins la diana fins que s'il·luminés la següent. La durada del test era de 40 s.

Les petjades plantars es van escanejar i posteriorment se'n digitalitzà el contorn, mitjançant el programa AreaCalc 2.61 de José Luis López Elvira, per calcular-ne l'àrea i els diversos paràmetres.

Variables

Es va obtenir l'IMC i el percentatge de greix corporal. El percentatge de greix es va calcular segons la fórmula proposada per Lohmann et al³⁴. El sobrepès es va calcular a partir de les taules (segons edat i sexe) d'IMC de l'estudi de Cole et al³⁵. Amb el programa AreaCalc 2.61 es van obtenir, de la petjada, les àrees d'avantpeu, peu medial, peu posterior, àrea total i Arch Index, seguint els protocols de Cavanagh i Rodgers³⁶. L'Arch Index resulta de dividir l'àrea del peu medial entre l'àrea total de la petjada, i expressa la tendència del peu a ser pla, de tal manera que valors més grans indiquen major grau de peu pla. Per calcular la pressió mitjana total es divideix el pes del subjecte entre l'àrea total de la petjada. En el test de suport monopodal es va obtenir l'àrea batuda pel COP. Aquesta àrea és la mateixa que s'obté projectant el centre de gravetat del subjecte sobre la base de sustentació (*plomada*): un millor equilibri aconseguirà una àrea menor. En el test de balanceig es va obtenir el percentatge d'encerts. Es tracta del percentatge de vegades que s'aconsegueix arribar a situar el centre de gravetat projectat sobre la diana que s'encén: un millor equilibri aconseguirà un més alt percentatge d'encerts.

Estadística

Es va utilitzar el programa SPSS 15.0. S'hi van fer proves d'estadística no paramètrica. Es van trobar mitjanes, desviacions típiques, rangs i es va utilitzar el test de la U de Mann-Whitney per comparar els grups per sexe i nivell de sobrepès. Les relacions entre variables antropomètriques, de la petjada i de l'equilibri, van ser analitzades mitjançant correlacions lineals. Es va utilitzar el criteri estadístic de significació de $p < 0,05$. La grandària de l'efecte (ES) es va calcular mitjançant la d de Cohen, per tenir en compte la significació pràctica de les diferències.

Resultats

Els resultats en les variables estudiades es presenten en la taula 2. Es van fer 2 grups per analitzar els resultats de nens i nenes per separat, i en cadascun, 2 subgrups: amb sobrepès i sense sobrepès.

Taula 2 Resultats de les variables de la petjada plantar i els tests d'equilibri, agrupades per sexe i IMC

	Nens		Nenes	
	Amb sobrepès	Sense sobrepès	Amb sobrepès	Sense sobrepès
<i>Dimensions del peu</i>				
Àrea avantpeu (mm ²)	3.104,88 (635,43)	3.148,74 (589,96)	3.740,29 (164,63)**	3.180,09 (423,90)
Àrea peu medial (mm ²)	1.534,90 (233,06)	1.633,99 (609,48)	2.213,01 (751,15)*	1.486,75 (516,61)
Àrea peu posterior (mm ²)	2.279,46 (313,20)	2.082,30 (471,09)	2.485,41 (175,33)**	2.167,53 (226,93)
Àrea 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)
Pressió mesurament total (kPa)	697,41 (84,56)	611,58 (159,46)	606,94 (94,74)	607,19 (113,70)
<i>Test d'equilibri</i>				
Àrea batuda (mm ²)	225,71 (81,76)	163,77 (60,28)	157,74 (140,54)	83,52 (10,40)
Encerts (%)	64,60 (24,75)	72,61 (15,37)	81,54 (15,41)	79,30 (15,47)

Les significacions estadístiques mostren la comparació amb sobrepès i sense sobrepès en el mateix sexe.

AI: Arch Index.

*p < 0,05. **p < 0,01.

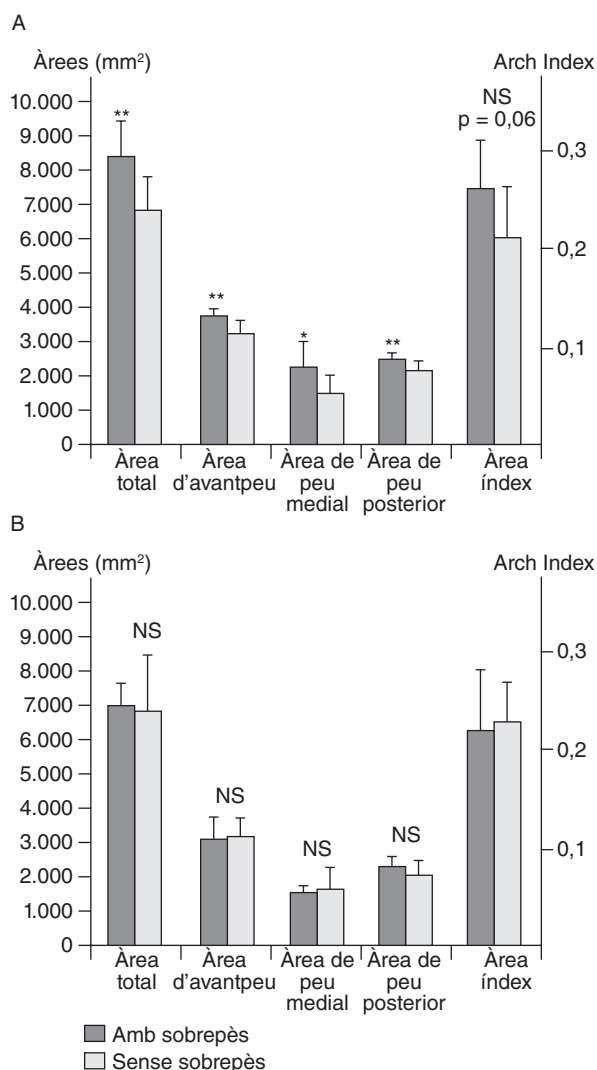


Figura 3 Resultats obtinguts en l'àrea total, àrea d'avantpeu, àrea de peu medial, àrea de peu posterior i Arch Index de la petjada segons IMC en nenes (A) i en nens (B). Les barres d'error mostren la desviació típica. *p < 0,05; **p < 0,01; NS: no significatiu.

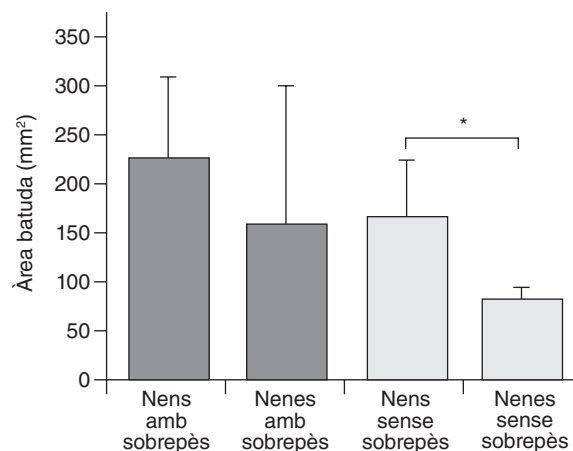


Figura 4 Resultats obtinguts en l'àrea batuda del test d'equilibri estàtic segons sexe i IMC. Les barres d'error mostren la desviació estàndard. *p < 0,05.

Les diferències més grans es van trobar en el grup de les nenes. En aquest, comparant els subgrups amb sobrepès i sense sobrepès, es van observar uns més grans Arch Index (p = 0,06; ES = 1) i unes significatives àrees més grans de petjada (total, avantpeu i peu posterior) (fig. 3) en els que tenien sobrepès. En l'àrea batuda en el test de suport monopodal, els subgrups amb sobrepès, tant de nens com de nenes, van obtenir més recorregut (nens amb sobrepès = 225,71 ± 81,76 mm² i sense sobrepès = 163,77 ± 60,28 mm², p = NS; nenes amb sobrepès = 157,74 ± 140,54 mm² i sense sobrepès = 83,52 ± 10,40 mm², p = NS). En el test de balanceig, les nenes amb sobrepès van obtenir millors puntuacions que no pas les nenes sense sobrepès, mentre que en el grup de nens, els nens amb sobrepès van aconseguir pitjors puntuacions respecte dels nens sense sobrepès, malgrat que no van haver-hi diferències significatives (nens amb sobrepès = 81,54 ± 15,41% i nenes sense sobrepès = 79,30 ± 15,47%, p = NS; nens amb sobrepès = 64,60 ± 24,75% i nens sense sobrepès = 72,61 ± 15,37%; p = NS) i les dimensions de l'efecte van ser baixes (ES = 0,15-0,39).

En comparar nenes amb nens sense sobrepès es van observar diferències significatives en el test de suport monopodal: els nens van ser els que van registrar àrees superiors (nens sense sobrepès = $163,77 \pm 60,28$ mm² i nenes sense sobrepès = $83,52 \pm 10,40$ mm², $p < 0,01$) (fig. 4).

No es van trobar correlacions destacables entre les variables antropomètriques, de la petjada plantar o d'equilibri.

Discussió

Petjada plantar

Els resultats obtinguts amb les petjades són consistents amb l'estudi de Riddiford-Harland et al²⁴, els quals van trobar àrees plantars més grans en subjectes obesos de 8 a 9 anys en comparació amb no obesos. Però en el nostre estudi, els resultats només han estat significatius en el grup de les nenes, probablement pel fet que era un grup amb més subjectes que no pas el de nens i presentaven més diferències en l'IMC entre subjectes que tenien sobrepès i els que no. La no aparició de diferències significatives també es podria explicar, en el grup de nens, amb el que comenten Mickle et al²⁷ respecte de nens i adolescents, que arribarien a presentar peu pla per un mecanisme de sobrepès continuat en el temps. Això afavoriria que les relacions de l'obesitat amb petjades planes apareguessin més endavant, durant l'adolescència^{24,25,28}.

Àrea batuda

Segons Goulding et al³⁷, en nens i adolescents d'edats compreses entre 10 i 21 anys hi ha una relació significativa entre el pes corporal, l'IMC, el percentatge de greix i massa de greix total i la puntuació en proves d'equilibri, de manera que els adolescents amb sobrepès obtenen un pitjor equilibri respecte dels adolescents sense sobrepès. En la mateixa línia de treball, Bernard et al³⁰ van obtenir resultats semblants en subjectes obesos de 13 a 17 anys, però només quan el control postural era alterat per una superfície d'escuma. En aquest sentit, en el nostre estudi s'han observat àrees més grans de batuda en el test d'equilibri monopodal en els subgrups amb sobrepès, per bé que no significatives. La raó d'això pot ser perquè el test es va fer sense la pertorbació afegida de l'escuma, o també pel nombre de subjectes de l'estudi. Si l'estudi incorporés més subjectes, probablement les diferències arribarien a ser significatives. Reforçant aquesta idea, es va obtenir una dimensió gran de l'efecte en les diferències del grup de nens ($ES = 0,86$) i mitjana-gran en les del grup de nenes ($ES = 0,74$). Es va calcular que el nombre mínim de subjectes per abastar les possibles diferències en àrees batudes entre subgrups sense sobrepès i amb sobrepès era de 44 per al grup de nenes i 21 per al de nens, amb una potència estadística del 80%.

Percentatge d'encerts

En el test de balanceig no es van trobar diferències en el percentatge d'encerts entre subjectes amb sobrepès i sense sobrepès, la qual cosa pot ser perquè aquest test implica estratègies d'ajustament postural diferents respecte les del

test de suport monopodal, com, per exemple, en el nivell d'activació de la musculatura proximal i distal del membre inferior³⁸. El sobrepès en nens pot arribar a afectar substancialment el rendiment de determinats tests motors, però sense provocar diferències significatives en d'altres³⁹. Seria interessant poder delimitar quins equilibris es veuen més afectats pel sobrepès per poder idear en el futur intervencions dins el marc escolar que intentessin corregir aquestes mancances en subjectes amb sobrepès. Tot això sense bandejar la possible influència de l'activitat física i la sensibilització vers un estil de vida menys sedentari que les classes d'educació física poguessin aconseguir⁴⁰.

Comparació entre sexes

D'altra banda, els resultats de l'àrea batuda en subjectes sense sobrepès han estat significativament millors (menys àrees) en el grup de nenes ($p < 0,05$), tot confirmant els resultats d'un estudi realitzat per Steindl et al⁴¹, en el qual els nois d'11-12 anys van obtenir pitjors resultats que les nenes de la mateixa edat. En subjectes amb sobrepès també va presentar millors resultats el subgrup de nenes, per bé que no van ser significatius.

Respecte del percentatge d'encerts, els subgrups de nenes van presentar percentatges més grans que els nens, malgrat que les diferències no van ser significatives.

Limitacions del treball

La limitació principal d'aquest estudi és la dificultat de treballar amb metodologies i protocols sofisticats de biomecànica dins el marc escolar. Aquest fet resulta difícil de compaginar amb l'obtenció del nombre mínim de subjectes exigibles per aconseguir significació estadística. Malgrat això, s'han obtingut grandàries elevades de l'efecte en comparar subjectes sense sobrepès i amb sobrepès.

Estudis futurs haurien d'intentar aconseguir el nombre mínim de subjectes necessari, potser a costa de simplificar les metodologies d'anàlisi. D'altra banda, també s'haurien d'estudiar subjectes adolescents, perquè així les possibles diferències en les petjades plantars i en alguns tipus d'equilibri podrien ser més evidents, alhora que més edat en els subjectes facilitaria estudiar grups més nombrosos.

Conclusions

Les nenes amb sobrepès han mostrat alteracions en la petjada plantar, i tendeixen a tenir peus plans. No és el cas dels nens d'aquest estudi, que els podrien acabar presentant uns anys més endavant, si la sobrecàrrega del pes excessiu continua actuant sobre els seus peus.

Els nens i les nenes amb sobrepès han presentat pitjors resultats (tot i no ser significatius) en els tests d'equilibri estàtic en suport monopodal. En canvi, no va haver-hi diferències entre subjectes amb normopès i sobrepès en el test de balanceig. Així doncs, el sobrepès podria afectar uns tipus d'equilibri però no d'altres. Seria interessant delimitar bé els equilibris que es veuen afectats pel sobrepès, a fi de poder intervenir dins el marc escolar amb el propòsit de corregir les mancances en equilibri de subjectes amb sobrepès.

Els subgrups de nenes han obtingut millors resultats en el test d'equilibri respecte dels subgrups de nens.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

Finançament

Aquest estudi ha estat possible gràcies al projecte "Calzado biomecánico para niños" (referència PAI 07-0071-0231) de la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Agraïments

Agraïm al col·legi públic Santa Teresa de Toledo, als nens i les nenes que van col·laborar en l'estudi, com també a la directora Sra. Esperanza López Pérez i a la professora Sra. Dulce N. Rodríguez Casares, per la predisposició mostrada perquè aquest treball es pogués dur a terme.

Bibliografia

- 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, editors. *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-S11.
- 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 Med Esport.* 2008;159:127-34.
- Tinajas A, Tinajas JV. Aspectos prácticos del tratamiento de la obesidad infantil. *Apunts Med Esport.* 1997;117:117-34.
- 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.
- Aragón 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;56:667-79.
- 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.
- Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech.* 1987;20:547-51.
- 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. 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;75:2334-3.
39. 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.
40. Montecinos R, Prat JA. Incremento de la actividad física en niños y su efecto sobre la composición corporal y la condición física. *Apunts Med Esport.* 1982;75:169-75.
41. 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.