

# Riesgos ortopédicos en los niños andadores de puntillas de edad preescolar

P. Martín-Casas<sup>1</sup>, R. Ballester-Pérez<sup>1</sup>, A. Meneses-Monroy<sup>2</sup>, J.V. Beneit-Montesinos<sup>3</sup>, M.A. Atín-Arratibel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica. Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Universidad Complutense de Madrid. <sup>2</sup>Escuela de Enfermería Cruz Roja Española. Universidad Autónoma de Madrid. <sup>3</sup>Departamento de Enfermería. Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Universidad Complutense de Madrid

## Resumen

**Introducción:** La marcha de puntillas idiopática, considerada un diagnóstico de exclusión de alteraciones neurológicas y ortopédicas, se ha relacionado con diversas alteraciones ortopédicas del pie y del tobillo. Aunque la limitación en la movilidad del tobillo resulta el criterio de valoración e indicación terapéutica más empleado, su evaluación en edades tempranas y la comparación con valores de normalidad no han sido apenas estudiadas. El objetivo de este trabajo es verificar si la evaluación precoz de los niños andadores de puntillas (AP) pone de manifiesto características clínicas diferenciales que indiquen riesgos ortopédicos.

**Pacientes y métodos:** Mediante un estudio descriptivo transversal se ha comparado la estática y la movilidad de rodilla, tobillo y pie de un grupo de 56 AP de 3-6 años de edad con un grupo de 40 niños de un grupo control (GC).

**Resultados:** Se descartó en los AP (el 69,6% varones;  $p=0,008$ ) un flexo de rodilla, pero presentaron una menor movilidad pasiva del tobillo con la rodilla flexionada ( $p<0,05$ ) y una mayor disminución del apoyo del talón en bipedestación que los niños del GC ( $p=0,000$ ). Los AP mostraron también una mayor pronación del pie, corroborada en un mayor valgo de calcáneo, ángulo de pronación, caída del navicular y pico de pronación en la huella plantar ( $p<0,05$ ).

**Conclusiones:** La evaluación clínica de los AP en edad preescolar mediante pruebas específicas facilita la detección de riesgos ortopédicos, lo que podría permitir establecer medidas específicas para evitar su posible evolución negativa.

©2016 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

## Palabras clave

Marcha, desarrollo infantil, equino, pie plano

## Abstract

**Title:** Orthopedic risks in preschool idiopathic toe-walkers

**Introduction:** Idiopathic tiptoe gait, considered as a diagnosis of exclusion of neurological and orthopedical diseases, has been related to various foot and ankle orthopedic alterations. The limitation of the ankle movement range is the main guideline for evaluation and therapeutical indication. However, its early assessment and its comparison with normality values have been seldom studied. The aim of the present work is to verify if the early evaluation of toe walkers (TW) reveals specific clinical characteristics denoting orthopedical risks.

**Patients and methods:** A cross-sectional study was conducted to compare the posture and the movement of knee, ankle and foot of a group of 56 TW and a group of 40 controls (CG), aged 3 to 6 years old.

**Results:** TW children, 69.6% of them boys ( $p=0.008$ ), did not suffer a knee flexum, but they demonstrated a lower passive ankle mobility measured with the knee flexed ( $p<0.05$ ) and a diminution of the heel support while standing than CG children ( $p=0.000$ ). TW also showed more pronation of the foot, objectified in a higher calcaneus valgus, pronation angle, navicular drop and pronation peak observed in the footprint ( $p<0.05$ ).

**Conclusions:** Clinical evaluation in preschool ITW by means of specific measures helps detecting orthopedical risks. It could allow to set particular strategies to prevent their possible negative evolution.

©2016 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved.

## Keywords

Gait, child development, equinus deformity, flatfoot

## Introducción

Los niños denominados «andadores de puntillas» (AP) son los que caminan habitualmente sin apoyar el talón, de forma simétrica desde el inicio de la marcha. Aunque en la actua-

lidad la marcha de puntillas idiopática se considera un diagnóstico de exclusión de patologías neurológicas u ortopédicas, su posible asociación con alteraciones en otras áreas del desarrollo sugiere la utilidad de su valoración como signo de alarma<sup>1,2</sup>.

Fecha de recepción: 2/03/16. Fecha de aceptación: 4/04/16.

**Correspondencia:** P. Martín-Casas. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación. Hidrología Médica, 1.ª planta. Pabellón Central. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid. Correo electrónico: pmcasas@enf.ucm.es

La limitación en la flexión dorsal (FD) del tobillo se ha empleado para clasificar a los AP según presenten o no un equino de tobillo, y resulta el criterio de indicación terapéutica más utilizado<sup>3</sup>, dado que la mayor parte de intervenciones terapéuticas tienen como objetivo incrementarla<sup>4</sup>. El equino parece ser una consecuencia del patrón de marcha alterado desde su inicio<sup>5,6</sup>, pues se ha hallado una moderada relación negativa entre la edad y los grados de FD del tobillo en los AP que no reciben tratamiento<sup>7</sup>. Se ha demostrado también que los jóvenes y adultos que han caminado de puntillas cuando eran niños tienen 3 veces más posibilidades de tener una limitación en la FD activa del tobillo<sup>8</sup>. Además, junto con la retracción secundaria del tríceps sural frecuentemente descrita en los AP más mayores<sup>2,8,9</sup>, las compensaciones por la marcha de puntillas prolongada pueden incluir el desarrollo de un retropié valgo, una torsión tibial externa y una marcha en abducción<sup>10</sup>. Pero aunque la pronación del pie se ha relacionado con la limitación de la extensibilidad gastrosólea<sup>11</sup> y se reconoce que la marcha de puntillas impide la normal configuración en trípodode del pie<sup>1</sup>, sólo se ha encontrado un estudio que evalúe la posición del pie en AP de 4-6 años de edad mediante una escala cualitativa<sup>9</sup>. Las pruebas goniométricas<sup>12</sup> podrían facilitar la evaluación precoz de estas alteraciones ortopédicas y su posible evolución negativa, pues tienen un peor pronóstico cuanto mayor es el niño<sup>5,6</sup>.

El objetivo del presente trabajo es analizar si los AP preescolares presentan características clínicas diferenciales con respecto a los niños de la misma edad sin alteraciones del pie, la marcha o el desarrollo para detectar riesgos ortopédicos.

## Pacientes y métodos

Se realizó un estudio descriptivo transversal, aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Facultad, en la Unidad de Fisioterapia de la Clínica Universitaria de Podología. La población diana estuvo compuesta por los niños y niñas de 3-6 años de edad cuyos padres firmaron el consentimiento informado. A todos se les realizó una anamnesis y una valoración clínica, para seleccionar la muestra. Los criterios de inclusión fueron: edades comprendidas entre 36 y 83 meses y capacidad para colaborar en el protocolo de valoración. Se consideraron los siguientes criterios de exclusión: diagnóstico de lesión neurológica, síndrome genético, alteración psiquiátrica o del desarrollo; alteraciones congénitas o adquiridas del aparato locomotor; equinos de tobillo secundarios a cirugía, traumatismos o infecciones víricas; alteración unilateral de la marcha; haber recibido o estar recibiendo tratamiento por la misma alteración y alteraciones que impidan la comprensión de las consignas o que, por cualquier otra circunstancia asociada a su salud, desaconsejen su inclusión. De los 151 niños y niñas evaluados se seleccionaron 96; se calificaron como AP los que tenían un diagnóstico previo de AP, y se incluyeron en el grupo control (GC) los que demostraron un apoyo de talón claro durante la marcha espontánea. Finalmente, se estudió un grupo de 56 AP y 40 controles.

Se recogieron la edad en meses, el sexo, la altura en metros y el peso en kilos. Para evaluar la estática y la movilidad de los miembros inferiores se realizaron las mediciones mediante un goniómetro de plástico transparente y pruebas con fiabilidad demostrada de moderada a alta, adecuadas a la edad y el objetivo del estudio<sup>12</sup>. El examinador, con experiencia y previamente adiestrado, tomó una única medición evitando las posibles compensaciones con otros segmentos corporales<sup>13-15</sup>. Las mediciones recogidas fueron el ángulo poplíteo<sup>15</sup>, la FD pasiva del tobillo con la rodilla extendida y flexionada<sup>12</sup>, la posición relajada del calcáneo en carga (PRCC) y el ángulo de pronación<sup>16</sup>, y el test de caída del navicular<sup>17</sup>. Posteriormente, se observó la huella plantar de los niños en el podoscopio en bipedestación relajada sin apoyo, y se clasificó según los criterios de Viladot et al., además de recoger la posible presencia del pico de pronación y de un apoyo de talón disminuido<sup>18</sup>.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS v.19.0 para Windows, mediante el test de la t de Student, considerando una significación estadística con valores de  $p < 0,05$ , para un intervalo de confianza del 95%.

## Resultados

Entre las características descriptivas del GC y los AP no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la edad (GC  $56,6 \pm 14,2$  meses; AP  $54,7 \pm 12,17$  meses;  $p = 0,495$ ), el peso (GC  $18,6 \pm 3,3$  kg; AP  $19,6 \pm 3,5$  kg;  $p = 0,162$ ), la altura (GC  $1,1 \pm 0,1$  m; AP  $1,1 \pm 0,1$  m;  $p = 0,523$ ) y el índice de masa corporal (IMC) (GC  $15,9 \pm 1,2$ ; AP  $16,5 \pm 1,5$ ;  $p = 0,073$ ). Sólo se demostraron diferencias entre los dos grupos en el porcentaje de varones (GC 57,7%; AP 69,6%;  $p = 0,008$ ). Las variables clínicas fueron evaluadas en función del sexo, pero al no hallarse diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas, se procedió a su análisis conjunto.

En la valoración clínica de los miembros inferiores, al analizar las diferencias entre las mediciones relativas a los dos miembros sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la FD del tobillo, tanto con la rodilla extendida ( $99,1^\circ$  derecha y  $101,7^\circ$  izquierda;  $p = 0,000$ ) como flexionada ( $116,7^\circ$  derecha y  $118,2^\circ$  izquierda;  $p = 0,01$ ). Esto condujo a considerar los dos miembros inferiores por separado.

La medición de las amplitudes articulares de la rodilla y el tobillo (tabla 1) demostró diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos solamente en la FD del tobillo con la rodilla flexionada, inferior en los AP tanto en el lado izquierdo ( $p = 0,006$ ) como en el derecho ( $p = 0,001$ ).

En la valoración clínica del pie (tabla 2) se obtuvieron valores superiores en los dos pies de los AP en la PRCC ( $p = 0,001$  izquierdo;  $p = 0,003$  derecho) y el ángulo de pronación ( $p = 0,005$  izquierdo;  $p = 0,06$  derecho), lo que indicaba una mayor pronación en los AP, más acentuada en el pie derecho. Además, el test de la caída del navicular también reveló valores significativamente superiores en los AP ( $p = 0,003$  izquierdo;  $p = 0,000$

TABLA 1

**Valores de la medición goniométrica de las amplitudes pasivas de rodilla y tobillo**

Medición (unidad)	Grupo	Media	DE	p
Ángulo poplíteo izquierdo (°)	GC	148,4	9,4	0,253
	AP	151,2	14,1	
Ángulo poplíteo derecho (°)	GC	147,7	9,6	0,13
	AP	151,6	14,4	
FD izquierda con rodilla extendida (°)	GC	103,2	7,9	0,133
	AP	100,6	8,4	
FD derecha con rodilla extendida (°)	GC	99,3	8,3	0,782
	AP	98,9	8,14	
FD izquierda con rodilla flexionada (°)	GC	121,3	8,4	0,006*
	AP	115,9	9,5	
FD derecha con rodilla flexionada (°)	GC	120,1	7,6	0,001*
	AP	114	9	

AP: andadores de puntillas; DE: desviación estándar; FD: flexión dorsal; GC: grupo control. \*p < 0,05 (t de Student).

derecho), lo que demostraba una mayor caída del arco longitudinal interno bajo carga en este grupo.

No se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y los niños del GC en la clasificación de las huellas plantares a partir de su imagen en el podoscopio (figuras 1 y 2) en ninguno de los dos pies. Sin embargo, los AP mostraron una mayor presencia de disminución del apoyo del talón en los dos pies, que no presentó ninguno de los niños del GC (p= 0,000), y también del pico de pronación, con diferencias significativas respecto al GC sólo en el pie derecho (p= 0,049).

## Discusión

Considerando el limitado rango de edad de la muestra y la prevalencia estimada de la marcha de puntillas idiopática<sup>2,8</sup>, se ha estudiado una amplia serie de niños. La edad mínima de la población de estudio se estableció en los 3 años, edad límite para calificar el patrón de marcha de puntillas como anómalo y recomendar la evaluación<sup>19</sup>, aunque algunos autores han indicado que podría considerarse anormal ya a partir de los 2 años<sup>1</sup>. Se evaluaron niños hasta los 6 años, edad a la que se considera que los principales cambios estructurales han sido completados<sup>20</sup>, por el interés de detectar precozmente las posibles alteraciones ortopédicas con evolución y estructuración prevenibles.

Para la interpretación de los resultados se contó con un GC, y los criterios de exclusión fueron muy estrictos para asegurar que éste tuviese un desarrollo fisiológico. El elevado número de niños excluidos podría estar condicionado por el ámbito clí-

TABLA 2

**Resultados de la evaluación clínica del pie**

Medición (unidad)	Grupo	Media	DE	p
Posición relajada del calcáneo izquierdo en carga (°)	GC	3,6	2,4	0,001*
	AP	6	4,1	
Posición relajada del calcáneo derecho en carga (°)	GC	4,1	2,7	0,003*
	AP	6,1	3,8	
Ángulo de pronación izquierdo (°)	GC	6,5	3	0,005*
	AP	8,8	4,8	
Ángulo de pronación derecho (°)	GC	7,5	3,6	0,06
	AP	8,8	3,4	
Test de caída del navicular izquierdo (mm)	GC	2,6	1,8	0,003*
	AP	4,1	3	
Test de caída del navicular derecho (mm)	GC	2,4	1,4	0,000*
	AP	4,2	2,6	

AP: andadores de puntillas; DE: desviación estándar; GC: grupo control. \*p < 0,05 (t de Student).

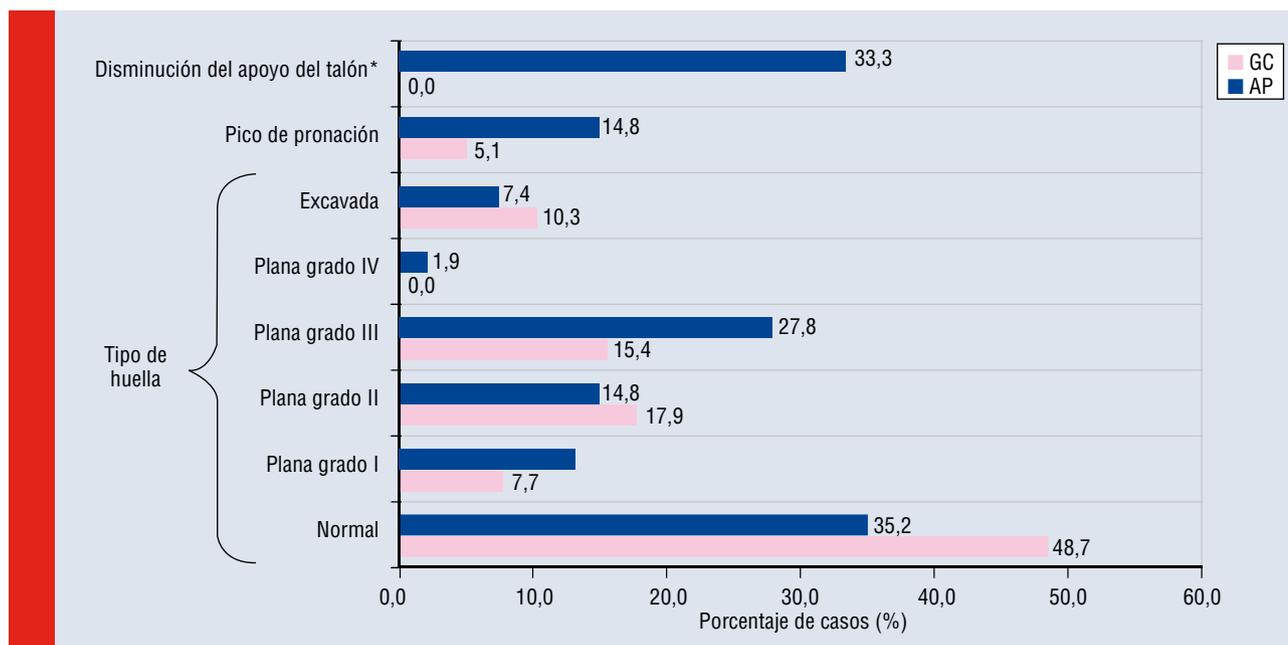
nico, y existe sesgo de selección de la muestra, al tratarse de un muestreo por conveniencia.

En cuanto a las características descriptivas de la muestra evaluada, los AP tenían una edad media similar y presentaban un peso, una altura y un IMC dentro de los valores de normalidad<sup>21</sup> y semejantes a los del GC. Aunque se encontró un mayor porcentaje de varones entre los AP (p= 0,008), su proporción fue superior en los dos grupos y está dentro del rango referido en otros trabajos, del 50-80%<sup>1,5,6,22,23</sup>. Al no hallarse diferencias estadísticamente significativas entre las variables clínicas de niños y niñas, se procedió a su análisis conjunto, al igual que en otros estudios sobre AP<sup>2,19,24</sup>. Fueron estudiados los dos miembros por separado debido a las diferencias significativas en la FD, que demuestran una asimetría en AP asociada por otros autores con grados diferentes de severidad<sup>19</sup>, y porque no se ha encontrado un criterio unánime en la elección del pie de estudio<sup>8,9,19</sup>.

### Valoración de los miembros inferiores: aplicación clínica

La valoración se inició con la medición goniométrica del ángulo poplíteo<sup>14</sup>. Los valores obtenidos en los AP resultaron ligeramente más elevados que los del GC (tabla 1), pero revelaron la ausencia de acortamiento de los músculos isquiotibiales en AP ya descrita por otros autores<sup>25</sup>.

La FD pasiva del tobillo mostró amplitudes inferiores para los AP (tabla 1), que apoyan el papel predominante del músculo sóleo en la limitación de la movilidad de los AP<sup>9,24,26</sup>. No obstante, la edad media inferior de los AP del presente estudio podría explicar los elevados valores de la movilidad del tobillo<sup>7,25</sup>, cuya limitación podría resultar más evidente en mediciones en carga<sup>9</sup>.



**Figura 1.** Características de las huellas plantares del pie izquierdo. \* $p < 0,05$  (t de Student). AP: andadores de puntillas; GC: grupo control

Los valores de FD de tobillo con la rodilla extendida de los AP de la presente muestra se encuentran en el rango bajo de los valores de normalidad y alrededor de la amplitud mínima de  $10^\circ$  propuesta como límite para considerar el acortamiento de los gemelos y la posible evolución espontánea favorable de los AP<sup>3</sup>. La diferencia entre las mediciones de la FD en distinta posición de la rodilla supera los  $5^\circ$  considerados como indicativos de retracción gastrosólea y, al ser ligeramente mayor de  $15^\circ$ , podría señalar una contractura elástica de los gemelos<sup>1,11</sup>.

Por tanto, se demuestra en el grupo de AP actual una tendencia a la limitación de la FD pasiva del tobillo dentro de los límites de normalidad, al igual que la hallada por diversos autores<sup>3,7,8,23</sup>, y menos importante que la registrada en otras series con una edad media superior<sup>1,24,25</sup>. Esto podría relacionarse con la hipótesis de que el acortamiento gastrosóleo es una consecuencia de un patrón de marcha alterado desde el inicio<sup>5,6,9</sup>, pero, aunque se ha referido una moderada relación negativa entre la edad y los grados de FD del tobillo en AP y que la marcha de puntillas idiomática triplica las posibilidades de tener una limitación severa en la FD activa del tobillo, no se ha encontrado ningún estudio prospectivo que confirme esta hipótesis<sup>7,8</sup>.

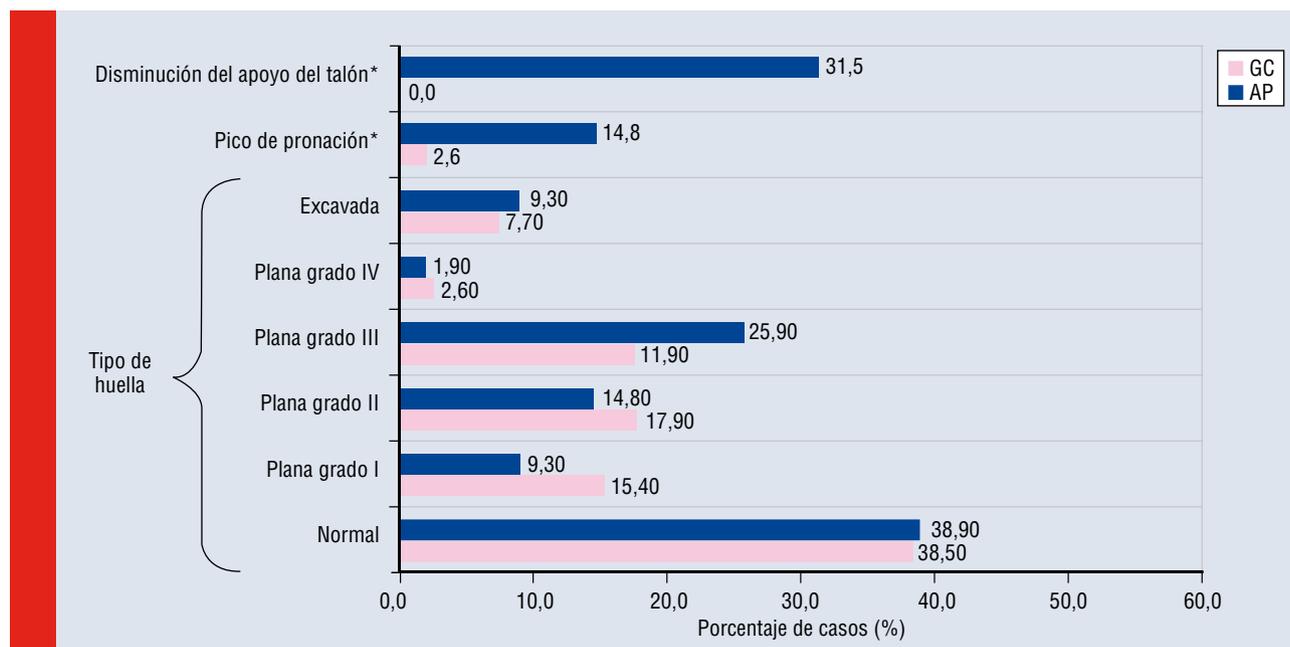
La PRCC y el ángulo de pronación se han utilizado para valorar la eficacia de los tratamientos con férulas y la cirugía sobre la alineación del calcáneo y la tibia de los AP<sup>22</sup>. Aunque dentro del rango de normalidad<sup>13,16</sup>, los valores significativamente superiores de PRCC en los AP (tabla 2) podrían estar ligados a su menor FD, pues el déficit de extensibilidad gastrosólea ha sido relacionado con el pie plano valgo<sup>11</sup>. El ángulo de pronación resultó más elevado en los AP que en los niños del GC y

de otros estudios<sup>16,27</sup>, lo que confirma la tendencia a la pronación del calcáneo y al valgismo tibial, pero significativa sólo en el pie izquierdo ( $p = 0,005$ ).

La pronación del mediopie bajo carga fue evaluada con el test de la caída del navicular<sup>28</sup>. Los valores significativamente superiores en los AP (tabla 2) destacan su pronación del mediopie como característica diferencial, aunque se encuentran dentro del rango de normalidad y no alcanzan la caída de 10 mm que se relaciona con un aumento del estrés tisular<sup>13</sup>.

En la distribución de los diferentes tipos de huellas plantares no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y el GC (figuras 1 y 2). El pico de pronación, signo de la valgización excesiva del talón con un arco longitudinal interno conservado<sup>18</sup>, resultaba visible en el 14,8% de los pies de los AP, un porcentaje significativamente superior al del GC sólo en el pie derecho ( $p = 0,049$ ). Además, la imagen del podoscopio mostraba un menor apoyo del talón en más del 30% de los AP, mientras que ninguno de los niños del GC mostraba esta característica ( $p = 0,000$ ). Esta disminución del apoyo del talón, frecuentemente asociada a la pronación<sup>11</sup>, podría relacionarse con la influencia de la elevada tensión del tríceps sural en la configuración y el desarrollo del pie, y también con la anteriorización del centro de gravedad, lo que refleja alteraciones en el control postural con implicación de los segmentos superiores, pues el rango articular de los tobillos permitía el apoyo completo del talón<sup>29</sup>.

Para evaluar la posición y el comportamiento bajo carga del pie, se ha realizado una valoración analítica mediante pruebas goniométricas con fiabilidad demostrada, adecuadas a la edad de estudio y relacionadas con el patrón de marcha<sup>13-15,28</sup>. Otros



**Figura 2.** Características de las huellas plantares del pie derecho. \* $p < 0,05$  (t de Student). AP: andadores de puntillas; GC: grupo control

instrumentos, como el inclinómetro, se están introduciendo en la práctica clínica<sup>9</sup>, pero la goniometría es el más sencillo y difundido<sup>12</sup>. El Foot Posture Index-6 (FPI-6), herramienta basada en la observación y la palpación del pie y no validada en niños<sup>30</sup>, no permitió demostrar características diferenciales en AP de edades similares a las del presente trabajo<sup>9</sup>. Por último, la observación de las huellas plantares no parece aportar datos relevantes a la observación<sup>30</sup>.

## Conclusiones

La marcha de puntillas idiopática se relaciona con características específicas en cuanto a la movilidad y la posición del pie y el tobillo de los niños de edad preescolar. En los AP del presente trabajo destacaron la reducción de la FD pasiva del tobillo con la rodilla flexionada, la disminución del apoyo del talón y la mayor pronación del pie. La evaluación rápida y sencilla de los AP desde edades tempranas podría favorecer la detección de riesgos ortopédicos y la introducción precoz de pautas específicas para minimizar su posible evolución negativa. Es necesario realizar estudios que incrementen el rango de edad, utilicen técnicas instrumentales y sean longitudinales, para conocer su evolución natural y determinar las indicaciones terapéuticas en función del establecimiento de criterios pronósticos.

## Bibliografía

1. Fox A, Deakin S, Pettigrew G, Paton R. Serial casting in the treatment of idiopathic toe-walkers and review of the literature. *Acta Orthop Belg.* 2006; 72(6): 722-730.

2. Williams CM, Tinley P, Curtin M. Idiopathic toe walking and sensory processing dysfunction. *J Foot Ankle Res.* 2010; 3: 16-20.
3. Taussig G, Delouée E. La marche en équin idiopathique de l'enfant. Diagnostic et évolution spontanée. *Ann Readapt Med Phys.* 2001; 44: 333-339.
4. Van Kuijk AAA, Kusters R, Vugts M, Geurts ACH. Treatment for idiopathic toe walking: a systematic review of the literature. *J Rehabil Med.* 2014; 46(10): 945-957.
5. Sobel E, Caselli MA, Velez Z. Effect of persistent toe walking on ankle equinus. Analysis of 60 idiopathic toe walkers. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1997; 87(1): 17-22.
6. Eastwood D, Menelaus M, Dickens D, Broughton NS, Cole WG. Idiopathic toe-walking: does treatment alter the natural history? *J Pediatr Orthop B.* 2000; 9(1): 47-49.
7. Shulman LH, Sala DS, Chu MLY, McCaul PR, Sandler BJ. Developmental implications of idiopathic toe walking. *J Pediatr.* 1997; 4: 541-546.
8. Engelbert RH, Gorter JW, Uiterwaal CS, Van de Putte E, Helders PJ. Idiopathic toe-walking in children, adolescents and young adults: a matter of local or generalised stiffness? *BMC Musculoskelet Disord.* 2011; 12: 61.
9. Williams C, Tinley P, Curtin M, Nielsen S. Foot and ankle characteristics of children with an idiopathic toe-walking gait. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013; 103(5): 374-379.
10. McMulkin ML, Baird GO, Caskey PM, Ferguson RL. Comprehensive outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *J Pediatr Orthop.* 2006; 26: 606-611.
11. DiGiovanni CW, Langer P. The role of isolated gastrocnemius and combined Achilles contractures in the flatfoot. *Foot Ankle Clin North Am.* 2007; 12: 363-379.
12. Calvo-Guisado M, Díaz-Borrego P, J González-García de Velasco, Fernández-Torrico J, Conejero-Casares J. Tres técnicas de medición de la flexión dorsal del tobillo: fiabilidad inter e intraobservador. *Rehabilitacion (Madr).* 2007; 51(5): 200-206.

13. Evans AM, Cooper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the Foot Posture Index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003; 93(3): 203-213.
14. Rachkidi R, Ghanem I, Kalouche I, El Hage S, Dagher F, Kharrat K. Is visual estimation of passive range of motion in the pediatric lower limb valid and reliable. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009; 10: 126-135.
15. Ten Berge SR, Halbertsma JP, Maathuis PG, Verheij NP, Dijkstra PU, Maathuis KG. Reliability of popliteal angle measurement: a study in cerebral palsy patients and healthy controls. *Pediatr Orthop.* 2007; 27(6): 648-652.
16. Sobel E, Levitz S, Caselli M, Brentnall Z, Tran MQ. Natural history of the rearfoot angle: preliminary values in 150 children. *Foot Ankle Int.* 1999; 29(2): 119-125.
17. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995; 76: 45-49.
18. Viladot A, Viladot R, eds. *Veinte lecciones sobre patología del pie.* Barcelona: Ediciones Mayo, 2009.
19. Álvarez C, Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture.* 2007; 26: 428-435.
20. Nakai T, Takakura Y, Sugimoto K, Tamai S, Kurumatani N. Morphological changes of the ankle in children as assessed by radiography and arthrography. *J Orthop Sci.* 2000; 5(2): 134-138.
21. Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. *Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal).* Bilbao: Fundación Faustino Orbeagozo Eizaguirre, 2004. Disponible en: [http://www.aepap.org/pdf/f\\_orbeagozo\\_04.pdf](http://www.aepap.org/pdf/f_orbeagozo_04.pdf)
22. Stott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for idiopathic toe-walking: results at skeletal maturity. *J Pediatr Orthop.* 2004; 24(1): 63-69.
23. Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: a long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. *Acta Paediatr.* 2004; 93: 196-199.
24. Crenna P, Fedrizzi E, Andreucci E, Frigo C, Bono R. The heel-contact gait pattern of habitual toe walkers. *Gait Posture.* 2005; 21: 311-317.
25. Policy JF, Torburn L, Rinsky L, Rose J. Electromyographic test to differentiate mild diplegic cerebral palsy and idiopathic toe-walking. *J Pediatr Orthop.* 2001; 21: 784-789.
26. Clark E, Sweeney JK, Yocum A, McCoy SW. Effects of motor control intervention for children with idiopathic toe walking: a 5-case series. *Pediatr Phys Ther.* 2010; 22: 417-426.
27. Kanatli U, Gözil R, Besli K, Yetkin H, Bölükbaşı S. The relationship between the hindfoot angle and the medial longitudinal arch of the foot. *Foot Ankle Int.* 2006; 27(8): 623-627.
28. McPoil TG, Cornwall MW, Medoff L, Vicenzino B, Forsberg K, Hilz D. Arch height change during sit-to-stand: an alternative for the navicular drop test. *J Foot Ankle Res.* 2008; 1(1): 3.
29. Pendharkar G, Lai DT, Begg RK. Detecting idiopathic toe-walking gait pattern from normal gait pattern using heel accelerometry data and Support Vector Machines. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2008; 2.008: 4.920-4.923.
30. Pascual R, Redmond AC, Alcacer B, López P. Índice de postura del pie (IPP-6), versión de seis criterios. Manual y guía de usuario. *Podología Clínica.* 2013; 14(2): 36-45.