

ORIGINAL

Desarrollo neuromadurativo en andadores de puntillas de edad preescolar



P. Martín-Casas^{a,*}, R. Ballester-Pérez^a, A. Meneses-Monroy^b,
J.V. Beneit-Montesinos^c, M.A. Atín-Arratibel^a y J.A. Portellano-Pérez^d

^a Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Hidrología Médica, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^b Escuela de Enfermería de la Cruz Roja, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

^c Departamento de Enfermería, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

^d Departamento de Psicobiología, Facultad de Psicología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

Recibido el 2 de noviembre de 2015; aceptado el 25 de febrero de 2016

Accesible en línea el 14 de abril de 2016

PALABRAS CLAVE

Andadores de puntillas;
Marcha de puntillas;
Preescolares;
Valoración;
Desarrollo neuromadurativo;
Detección precoz

Resumen

Introducción: La marcha de puntillas idiopática, considerada un diagnóstico de exclusión de alteraciones neurológicas y ortopédicas, se ha relacionado con alteraciones en diversas áreas del desarrollo neuromadurativo. La evaluación del neurodesarrollo en edades tempranas mediante un test específico podría mejorar el seguimiento y el abordaje terapéutico de estos niños. El objetivo de este trabajo es analizar las características neuromadurativas de los andadores de puntillas (AP) de edad preescolar en relación con un grupo control (GC).

Método: Mediante un estudio descriptivo transversal se han comparado los posibles factores de riesgo, las características del neurodesarrollo y los resultados del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN) de un grupo de 56 AP de entre 3 y 6 años con un GC de 40 niños.

Resultados: Entre los AP había un mayor porcentaje de varones ($p=0,008$) y este grupo presentaba un porcentaje significativamente mayor de antecedentes familiares ($p=0,000$) y de factores de riesgo biológico durante el período perinatal ($p=0,032$). Los padres manifestaron que los AP mostraban una torpeza motriz significativamente superior (59%; $p=0,009$). Los AP obtuvieron en el CUMANIN puntuaciones significativamente inferiores en las escalas de psicomotricidad ($p=0,001$) y memoria ($p=0,001$), y en el desarrollo verbal ($p=0,000$), no verbal ($p=0,026$) y total ($p=0,004$), además de una menor definición de la lateralidad podálica ($p=0,047$).

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: pmcasas@enf.ucm.es, patriciamcasas@yahoo.es (P. Martín-Casas).

KEYWORDS

Toe-walkers;
Toe gait;
Preschoolers;
Assessment;
Neurodevelopment;
Early detection

Conclusiones: Los AP de la muestra estudiada presentan características neuromadurativas específicas que apoyan la consideración de la marcha de puntillas como marcador de problemas del desarrollo, aunque son necesarios más estudios.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Neurodevelopment in preschool idiopathic toe-walkers**Abstract**

Introduction: Idiopathic toe walking, a differential diagnosis for neurological and orthopaedic disorders, has been associated with neurodevelopmental alterations. Neurodevelopmental assessment at early ages using specific tests may improve management and follow-up of these patients. The aim of our study is to analyse the neurodevelopmental characteristics of preschool idiopathic toe-walkers (ITW) by comparing them to a control group.

Method: Our descriptive cross-sectional study compared possible risk factors, neurodevelopmental characteristics, and scores on the Child Neuropsychological Maturity Questionnaire (CUMANIN) between a group of 56 ITWs aged 3 to 6 and a control group including 40 children.

Results: The proportion of males was significantly higher in the ITW group ($P=.008$). The percentage of patients with a family history ($P=.000$) and biological risk factors during the perinatal period ($P=.032$) was also higher in this group. According to the parents' reports, motor coordination in ITWs was significantly poorer (59%; $P=.009$). ITWs scored significantly lower on CUMANIN subscales of psychomotricity ($=0.001$) and memory ($P=.001$), as well as in verbal development ($P=.000$), non-verbal development ($P=.026$), and overall development ($P=.004$). Foot preference was less marked in the ITW group ($P=.047$).

Conclusions: The neurodevelopmental characteristics of our sample suggest that idiopathic toe walking is a marker of neurodevelopmental impairment. However, further studies are necessary to confirm these findings.

© 2016 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los andadores de puntillas (AP) son los niños y niñas que caminan habitualmente sin apoyar el talón, de forma simétrica desde el inicio de la marcha¹⁻⁶, pero son capaces de realizar una marcha con choque inicial del talón cuando se les pide o se concentran en su marcha⁶⁻⁸. La marcha de puntillas idiopática parece ser un patrón de marcha modificable voluntariamente siempre que no haya una retracción importante del complejo músculo-tendinoso gastrosóleo, en la que influyen factores emocionales y cognitivos^{6,7,9,10}.

Aunque actualmente la marcha de puntillas idiopática se considera un diagnóstico de exclusión de patologías neurológicas u ortopédicas^{2,4,6,11}, su asociación con alteraciones en varias áreas del desarrollo infantil ha sido reflejada en diversos trabajos^{3,5,6,9,12,13}. Además, se ha referido la relación entre la marcha de puntillas idiopática y variados factores de riesgo (FR) durante la gestación, el parto y el período perinatal^{2,4,14} y la presencia una historia familiar positiva en el 10-88% de los niños, lo que sugiere un origen común en el sistema nervioso central (SNC)^{15,16}.

Por todo ello, la marcha de puntillas se identifica como un marcador que señala la necesidad de una valoración

exhaustiva de los problemas del neurodesarrollo^{1,2,17-19} y las características propias que muestran los AP han propiciado que se haya propuesto definir la marcha de puntillas idiopática como síndrome, en cuanto a que expresa un retardo de la adquisición y la maduración neuromotriz que se perpetúa con una retracción secundaria del tríceps sural¹⁷.

En esta misma línea, diversos autores han especulado con la posibilidad de que la marcha de puntillas idiopática sea una expresión motora de una disfunción cerebral mínima (DCM)^{2,5,6}. Estudios previos han detectado en diversas series de AP alteraciones relacionadas con el control motor, la visuopercepción, la espacialidad y el lenguaje^{2,18,19}. Accardo et al. demostraron, en una valoración de 163 niños que acudieron a las consultas pediátricas de un ambulatorio, menores coeficientes en el desarrollo del lenguaje en los AP que en los niños sin marcha de puntillas, de forma más acentuada en los preescolares¹⁹, y Shulman et al. hallaron en un grupo de 13 AP una elevada frecuencia de problemas atencionales y de hiper o hipoactividad, errores en la articulación y organización del lenguaje, déficits en el control motor fino y grueso y visuomotores². En 2010, Williams et al. han sugerido la posibilidad de una disfunción del procesamiento sensorial, que se define como una alteración en «el proceso neurológico que organiza la sensación del propio

cuerpo y del entorno y hace posible utilizar el cuerpo de manera efectiva en el mundo»¹⁵. Posteriormente, los mismos autores han hallado en un grupo de AP de entre 4 y 8 años presentaban peores coeficientes de integración sensorial y de realización de praxias en el Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency²⁰.

Ante la ausencia de trabajos realizados en España, y considerando que una valoración precoz de las características del desarrollo de los AP podría mejorar su valoración, seguimiento y posible abordaje terapéutico, se planteó utilizar un test específicamente desarrollado en nuestro país para valorar la posible existencia de dificultades específicas en los AP de edades tempranas. Por ello, el objetivo del presente estudio es analizar las características neuromadurativas de los AP de edad preescolar en relación con un grupo control (GC).

Pacientes y métodos

Se realizó un estudio descriptivo transversal, aprobado previamente por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología (número de registro F[IEP]-001/2010). Se valoró a los niños y las niñas con edades comprendidas entre los 3 y los 6 años que acudieron ante la publicación del estudio, en la que se exponían sus características en lenguaje divulgativo, a la Unidad de Fisioterapia de la Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid, de febrero a julio del 2010.

Tras la firma del consentimiento informado por los padres, a todos los niños y las niñas se les realizaron una anamnesis y una valoración clínica, para seleccionar la muestra. Los criterios de inclusión fueron: edades comprendidas entre los 36 y los 83 meses, inclusive, y capacidad del niño o de la niña para colaborar en el protocolo de valoración. Como criterios de exclusión se consideraron: 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 por parte del niño o de la niña de las consignas verbales y/o visuales o que, por cualquier otra circunstancia asociada a su salud, desaconsejen su inclusión.

Así, de los 151 niños y niñas evaluados durante el período del estudio, se seleccionó a 96. En una segunda etapa, se aplicaron los criterios de selección de los grupos para calificar a los niños como AP o incluirlos en el GC. Se calificaron como AP los niños y las niñas que tenían un diagnóstico previo de AP realizado por un pediatra, traumatólogo o neurólogo y demostraron bajo observación su preferencia por la marcha de puntillas. Se incluyó en el GC a los niños y las niñas que demostraron un apoyo de talón claro durante la marcha espontánea. Finalmente, se estudió un grupo de 56 AP y 40 controles (fig. 1). Al ser mayoritariamente varones los sujetos de estudio, se continuará hablando de ellos en masculino.

En la entrevista a los padres o tutores se recogieron, además de la edad y el sexo, las variables referidas a los posibles FR y relacionados con la marcha de puntillas idiopática, los

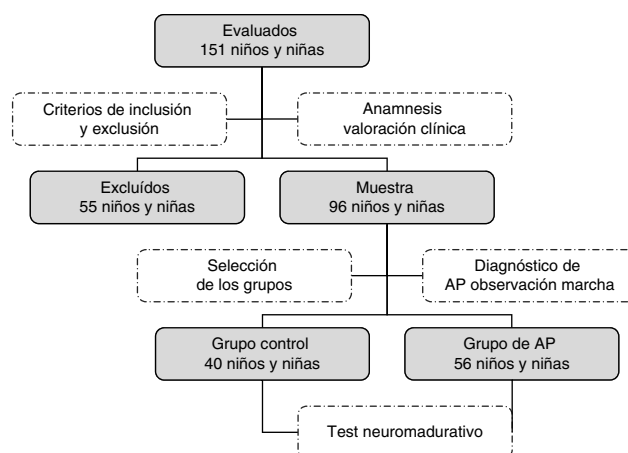


Figura 1 Proceso de selección de la muestra.
AP: andadores de puntillas.

hitos del desarrollo neuromadurativo y las manifestaciones clínicas más frecuentes^{4,11-14,21}:

- Antecedentes familiares de marcha de puntillas idiopática en padres, tíos, hermanos o primos.
- Riesgo biológico, presencia de FR neurológicos y sensoriales, visuales o auditivos.
- Peso al nacimiento, características del parto y posibles complicaciones.
- Edad de control vesical, diurno, nocturno y anal; de inicio del gateo, la marcha y de pronunciación de las primeras palabras.
- Gateo. Se registró si el niño o la niña había gateado en algún momento de su desarrollo o no y la forma de hacerlo.
- Uso de tacatá, andador o cualquier dispositivo para favorecer la marcha durante las primeras etapas de la misma.
- Torpeza, percepción de los padres de caídas frecuentes o apariencia torpe y descoordinada con respecto a los niños de su edad. Práctica habitual de ejercicio físico extraescolar.

La evaluación neuromadurativa se realizó mediante el Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMAIN), una prueba de cribado validada en España que evalúa las distintas áreas de desarrollo neuromadurativo del niño en relación con su edad cronológica y permite elaborar un perfil de resultados que valore su desarrollo de forma integral, pues evalúa las funciones cognitivas, perceptivas y motoras, el lenguaje y la lateralidad²²⁻²⁵. Este test, que ha sido validado en varios países²⁶⁻²⁸, ha demostrado su utilidad en la valoración del desarrollo de niños con y sin alteraciones del desarrollo²⁹⁻³⁵.

La valoración se realizó en una sala espaciosa, tranquila y con el material necesario dispuesto con anterioridad, siguiendo el orden de las pruebas, las instrucciones específicas para cada una y los criterios de corrección detallados en el cuestionario²². Cada una de las pruebas se planteó como un reto, de forma que se pudiesen valorar las capacidades y los límites de los niños y niñas ante la progresiva complejidad de las demandas, es decir, su comportamiento adaptativo voluntario³⁶. Se realizaron las pruebas correspondientes a

las 8 escalas principales (Psicomotricidad, Lenguaje articulatorio, expresivo y comprensivo, Estructuración espacial, Visuopercepción, Memoria y Ritmo) y 2 auxiliares (Fluidez verbal y Atención), expresados en centiles. Además, se obtuvieron resultados globales de desarrollo verbal, a partir de las escalas de Lenguaje articulatorio, expresivo y comprensivo; Desarrollo no verbal, que incluye las escalas de Psicomotricidad, Estructuración espacial, Visuopercepción, Memoria y Ritmo, y también el desarrollo total, suma de las puntuaciones directas de las 8 escalas principales. La anotación de la mano o el pie utilizados por el niño o niña permitió la evaluación de la organización de la lateralidad visual, manual y podálica y su homogeneidad o heterogeneidad²². Tras su corrección, se comentaron los resultados con los padres y se les entregó un informe por escrito.

El análisis estadístico se realizó con el Software SPSS v.19.0 para Windows. El primer análisis se refirió a las características y las regularidades del conjunto de los datos, con la descripción estadística de las variables cualitativas mediante la distribución de frecuencias y de las cuantitativas a través de la media y la desviación estándar. Para la comparación de los grupos se realizaron el test de la t de Student para las variables cuantitativas y el test de la chi al cuadrado para las variables cualitativas, considerando significación estadística con valores de $p < 0,05$ para un intervalo de confianza del 95%.

Resultados

Los niños estudiados tenían una edad media $\pm$ desviación estándar de $54,7 \pm 12,165$ meses en los AP y de $56,55 \pm 14,229$ meses en el GC, sin diferencias estadísticamente significativas entre los 2 grupos ($p = 0,495$). El porcentaje de varones fue del 69,6% en los AP y del 57,7% en el GC, significativamente superior en los AP ($p = 0,008$).

Las respuestas a la entrevista inicial sobre los posibles FR o relacionados con la marcha de puntillas idiopática solo desvelaron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y el GC en la presencia de antecedentes familiares y de FR biológico durante el período perinatal (tabla 1). De forma complementaria, se estudiaron las circunstancias del parto y, aunque no se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y los niños del GC, destaca la elevada presencia de cesáreas y otros FR relacionados con el parto en los 2 grupos de niños (fig. 2). Además, se preguntó a los padres por la forma de desplazamiento de sus hijos y, aunque el gateo fue la forma más frecuente de locomoción premarcha en ambos grupos, el arrastre y el «culeo» o desplazamiento en sedestación se presentaron en el 11,1 y el 4,4% de los AP, respectivamente, sin diferencias con el GC ($p = 0,432$). El porcentaje de padres o tutores que habían percibido una cierta torpeza motriz en los AP (59%) resultó significativamente superior al del GC (28%; $p = 0,009$). Solo un 7,1% de los AP no realizaba ninguna actividad física fuera del colegio, sin diferencias estadísticamente significativas con el GC ($p = 0,088$).

Las distintas pruebas del CUMANIN demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y los niños

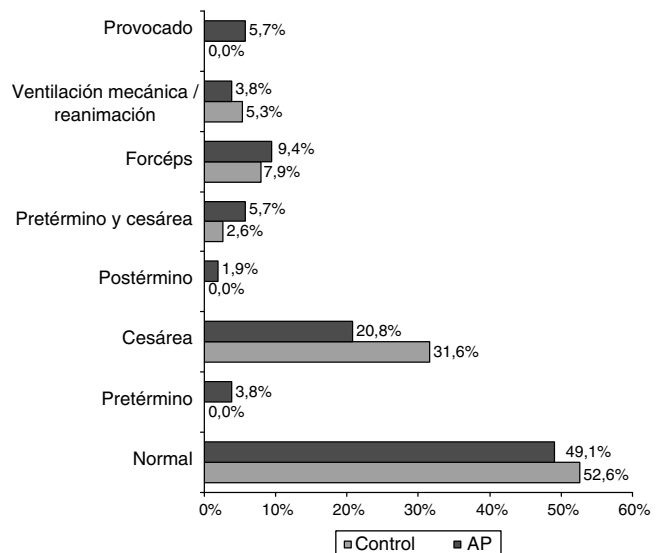


Figura 2 Circunstancias del parto.
AP: andadores de puntillas ($p = 0,538$).

del GC en las escalas de Psicomotricidad y Memoria y en el Desarrollo verbal, No verbal y Total, con puntuaciones inferiores en los AP (tablas 2 y 3). Al evaluar la lateralidad visual, manual y podálica en los 2 grupos de niños, solo se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los AP y los niños del GC en la lateralidad podálica (fig. 3). Respecto a la lateralidad ocular y manual, el 59,6% ($N = 33$) de los AP presentaba una dominancia ocular derecha ($p = 0,057$) y el 92,6% ($N = 52$) utilizaba preferentemente la mano derecha ($p = 0,342$), sin diferencias estadísticamente significativas con el GC.

Discusión

Se ha estudiado una amplia serie de niños, compuesta por 56 AP y 40 controles (fig. 1), considerando el limitado rango de edad de la muestra y la prevalencia estimada de la marcha de puntillas idiopática^{15,19,37}. 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^{3,38}, y se evaluó a niños hasta los 6 años, por el interés de detectar precozmente las alteraciones que pudiesen estar relacionadas con la adquisición de los aprendizajes escolares^{25,39}. Hay que considerar que los criterios de exclusión establecidos aseguran que los AP estudiados no presentaban alteraciones del desarrollo que justificasen características específicas a nivel neuromadurativo. Entre las causas de exclusión destacó la presencia de pies planos valgus, marcha en aducción y problemas del desarrollo neuromadurativo, como retraso del crecimiento intrauterino o alteraciones cognitivas.

La entrevista clínica con los padres permitió, además de la identificación inicial de los AP y descartar criterios de exclusión^{2,21,37,40}, realizar una anamnesis sobre los posibles FR relacionados con esta alteración, los hitos del desarrollo neuromadurativo y las manifestaciones clínicas más relevantes. También propició el complementar la información requerida por los padres^{2,4,5,11-14,21}.

Tabla 1 Antecedentes familiares, personales y otros factores con posible relación con el patrón de marcha

Variable (unidad)	Grupo	Media	DE	p-valor
Antecedentes familiares de marcha de puntillas (%)	Control	0		0,000*
	AP	17		
Presencia de factores de riesgo biológico	Control	0		0,032*
	AP	11,3		
Bajo o muy bajo peso al nacimiento	Control	13,2		0,057
	AP	3,8		
Edad del control vesical diurno (meses)	Control	28,26	5,413	0,431
	AP	27,23	6,712	
Edad de control vesical nocturno (meses)	Control	32,86	12,825	0,938
	AP	33,1	8,949	
Edad de control anal (meses)	Control	27,08	9,626	0,793
	AP	27,53	6,707	
Edad de inicio del gateo (meses)	Control	8,04	2,875	0,486
	AP	8,51	2,475	
Edad de inicio de la marcha (meses)	Control	12,62	2,135	0,262
	AP	13,11	2,061	
Edad de pronunciación de las primeras palabras (meses)	Control	19,54	7,377	0,082
	AP	16,88	6,707	
Utilización del gateo para desplazarse (%)	Control	71,8		0,969
	AP	71,4		
Experiencia de marcha (meses)	Control	43,82	15,398	0,501
	AP	41,80	12,541	
Uso de tacatá o andador (%)	Control	18,4		0,347
	AP	26,8		

AP: andadores de puntillas; DE: desviación estándar; GC: grupo control.

* p < 0,05.

Tabla 2 Valores medios de los centiles obtenidos en las diferentes escalas del CUMANIN

Variable	Grupo	Media	DE	p-valor
Psicomotricidad	GC	71,50	15,772	0,001*
	AP	29,81	24,946	
Lenguaje articulatorio	GC	60,00	13,578	0,556
	AP	46,11	23,243	
Lenguaje expresivo	GC	67,35	14,756	0,838
	AP	61,21	29,619	
Lenguaje comprensivo	GC	65,00	13,149	0,822
	AP	59,02	26,238	
Estructuración espacial	GC	52,78	10,062	0,158
	AP	61,88	29,313	
Visuopercepción	GC	70,75	16,192	0,193
	AP	55,04	26,036	
Memoria	GC	91,25	8,303	0,001*
	AP	68,21	23,902	
Ritmo	GC	49,75	6,869	0,151
	AP	42,46	27,533	
Fluidez verbal	GC	97,00	20,435	0,475
	AP	78,00	26,162	
Atención	GC	52,67	18,656	0,644
	AP	37,19	20,951	

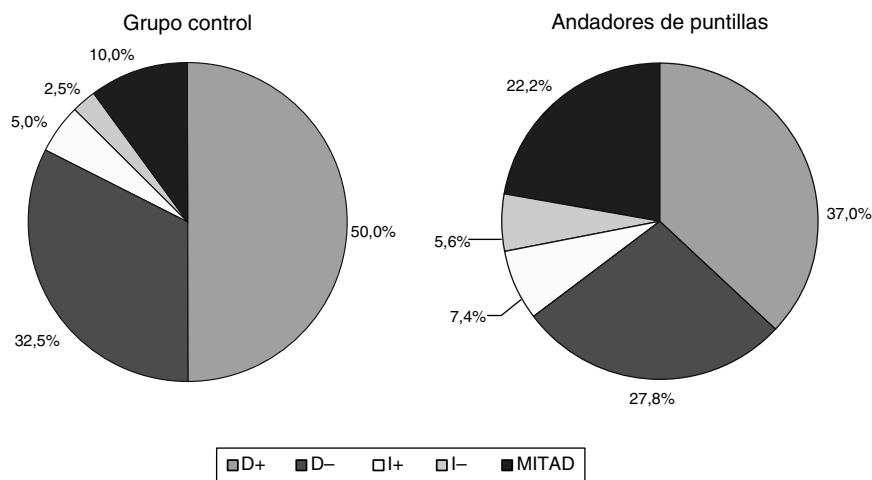
AP: andadores de puntillas; DE: desviación estándar; GC: grupo control.

* p < 0,05.

Tabla 3 Valores medios de los centiles obtenidos en los diversos niveles de desarrollo evaluados por el CUMANIN y Cociente de Desarrollo, en valor absoluto

Variable	Grupo	Media	DE	p-valor
Desarrollo verbal	GC	79,54	15,002	0,000*
	AP	41,54	21,795	
Desarrollo no verbal	GC	81,70	16,185	0,026*
	AP	51,92	28,560	
Desarrollo total	GC	77,44	19,575	0,004*
	AP	43,13	24,692	
Cociente de desarrollo	GC	124,00	21,354	0,085
	AP	97,12	11,853	

AP: andadores de puntillas; DE: desviación estándar; GC: grupo control.

* $p < 0,05$.**Figura 3** Utilización de los pies en las distintas pruebas que se utilizan para evaluar la lateralidad podálica, en los 2 grupos de niños estudiados ($p = 0,047$).

D+: utilización exclusiva del pie derecho; D-: utilización preferente del pie derecho; I+: utilización exclusiva del pie izquierdo; I-: utilización preferente del pie izquierdo; Mitad: realización de las pruebas con los 2 pies alternativamente, utilizando los 2 el mismo número de veces.

En cuanto a las características descriptivas de la muestra evaluada, los AP tenían una edad media similar a la de los niños del GC y, aunque se encontró un mayor porcentaje de varones entre los AP ($p = 0,008$), su proporción fue superior en los 2 grupos de estudio y los resultados se encuentran dentro del rango referido en otros trabajos consultados, situado entre un 50 y un 80%^{4,9,12-14}.

En la entrevista clínica se recogió en primer lugar como factor predisponente para la marcha de puntillas idiopática la presencia de antecedentes familiares (tabla 1), que existían en el 17% de los AP de nuestra muestra ($p = 0,000$), un porcentaje bajo con respecto al 30-60% descrito en diversos estudios^{4,11-14,21} y cuya alta variabilidad ha sido considerada como posible reflejo de la combinación de factores genéticos y externos en el origen de esta alteración en el SNC¹⁶. Los FR biológicos durante el período perinatal, recogidos por diversos autores en AP y posibles indicadores de un daño previo del SNC^{2,4} se presentaron en un 11,3% de los AP de la muestra estudiada y no fueron referidos en ningún niño del GC ($p = 0,032$). Entre estos factores, el bajo o muy bajo peso al nacimiento no ha mostrado en el presente trabajo una relación con la marcha de puntillas idiopática ($p = 0,057$), a

diferencia de lo descrito por otros autores¹⁴. No se demostraron diferencias significativas entre los 2 grupos estudiados para otros FR evaluados por su relación frecuente con esta alteración de la marcha, como las circunstancias y las complicaciones del parto o la prematuridad⁴¹, si bien estos factores se presentaron en proporciones diferentes a las referidas por otros autores en AP (fig. 2), con mayores tasas de cesáreas e inferiores de prematuridad^{4,11,14}. Además, un mismo niño podía presentar varios de los FR, con mayor riesgo de deficiencia²².

La entrevista a los padres informó también acerca de la edad de aparición de los distintos hitos del desarrollo neuromadurativo (control de esfínteres, gateo, marcha y primeras palabras), que reflejan factores comportamentales asociados a la maduración del SNC. Si bien Shulman et al. han referido un frecuente retraso en la aparición de algunos de estos hitos en AP², en la muestra estudiada los AP presentaron valores similares a los del GC (tabla 2) y dentro del rango descrito por otros autores^{4,11,14}.

La utilización de tacatá o andador, ampliamente desaconsejada por su asociación con accidentes y alteraciones del desarrollo músculo-esquelético y neuromadurativo⁴², ha

sido también relacionada con la persistencia de la marcha de puntillas, al generar un patrón similar al que adoptan espontáneamente los AP^{4,14}. En el presente trabajo, la utilización del tacatá no demostró diferencias significativas entre los 2 grupos estudiados ($p=0,347$) y estuvo presente en el 26,8% de los AP, un porcentaje inferior a los descritos en otras series de población infantil y de AP, superiores al 50%^{4,42}.

Los signos referidos por los padres como indicadores de torpeza motora, como las caídas frecuentes o la menor habilidad que los niños de su edad^{11,14,21}, se encontraron en el 59% de los AP, una proporción significativamente superior a la de los niños del GC y más elevada que la referida en otro estudio, en el cual el 45% de los AP presentaron un déficit de equilibrio⁴. A pesar de las menores habilidades motoras de los AP, no se demostró que estos niños realizasen menos ejercicio que el GC ($p=0,088$), lo que podría suponer un rechazo de las actividades físicas²¹.

Respecto a las características neuromadurativas, los niños del GC del presente estudio lograron unas puntuaciones dentro de los límites considerados normales en la población española y semejantes a las de los niños de los GC de los diversos trabajos publicados²³⁻²⁵. Los AP obtuvieron centiles significativamente inferiores a los del GC en las escalas de Psicomotricidad y Memoria, el Desarrollo verbal, el Desarrollo no verbal y el Desarrollo rotal (tablas 2 y 3), mostrando manifestaciones específicas y comunes a las encontradas por otros autores^{2,19}. También obtuvieron una puntuación moderadamente baja en Atención y centiles ligeramente inferiores a la norma en Lenguaje articulatorio y Ritmo, y por debajo del 60 en Lenguaje comprensivo y Visuopercepción. Los déficits demostrados por los AP de nuestra muestra pueden relacionarse con su mayor torpeza motriz e implican áreas de gran importancia para el desarrollo de la marcha y el aprendizaje^{29,43-45}. Por ello, apoyan la hipótesis de que la marcha de puntillas es una manifestación de una alteración en los procesos neurocognitivos que subyacen a la percepción y la organización motora y un marcador de los problemas del desarrollo^{1,15}.

Dificultades similares se han hallado en niños con trastornos de hiperactividad y DCM, en los cuales el déficit observado suele ser mayor y abarcar más dominios²², y también en niños que habían presentado un muy bajo peso al nacimiento²⁴, de un entorno socioeconómico desfavorecido³⁴ y con dificultades escolares³¹. Las características que mostraron estos niños y los AP del presente trabajo configuran un perfil neuropsicológico heterogéneo, también llamado «*en dientes de sierra*», en el cual el rendimiento satisfactorio en algunas áreas indica buenas posibilidades de compensación, aunque los aspectos problemáticos podrían ser trabajados en un programa específico de intervención^{22,24,25}. Este perfil orienta hacia un cuadro de inmadurez neuroevolutiva e indica la necesidad de un seguimiento y un eventual entrenamiento neuropsicológico en el caso de mantenerse o acentuarse las dificultades encontradas. No obstante, al ser el CUMANIN una prueba de cribado, la probable existencia de alteraciones en el desarrollo y la necesidad de tratamiento deben ser valoradas mediante instrumentos específicos aplicados por profesionales especializados²².

En cuanto a la lateralidad, reflejo de la organización cerebral^{23,46}, el porcentaje de niños con lateralidad ocular y manual derechas era similar en ambos grupos, se

encontraba en el rango referido por otros autores^{23,24}, mientras que el pie derecho era el dominante en un porcentaje de AP significativamente inferior al del GC (fig. 3) y al hallado en niños sin alteraciones de la misma edad²³. Aunque la lateralización no se encuentra aún completamente definida en las edades estudiadas⁴⁶, los porcentajes de dextrismo podálico inferiores al manual podrían ser indicativos del retraso en los AP del progresivo control y la definición funcional derivados de la maduración céfalo-caudal del SNC⁴⁶ y condicionar su realización de un patrón de marcha inmaduro. De forma complementaria, se estudió la homogeneidad de la lateralización visual, manual y podálica, pues se ha descrito que los niños con un desarrollo neuropsicológico satisfactorio tienen preferentemente fórmulas de lateralidad homogéneas y los que padecen DCM presentan una tendencia al cruce o al ambidextrismo, lo que implica un mayor riesgo de trastornos del lenguaje, dificultades de aprendizaje, etc.²². El 59,6% de los AP mostró una lateralidad homogénea, una proporción inferior al 67,5% de los niños del GC pero sin diferencias significativas entre los 2 grupos ($p=0,068$).

Conclusiones

Entre los andadores de puntillas de la muestra estudiada destaca la presencia de una historia familiar positiva y de FR biológico durante el período perinatal. Los andadores de puntillas presentaron valores significativamente inferiores en la evaluación neuromadurativa para las escalas de Psicomotricidad, Memoria, Desarrollo verbal, Desarrollo no verbal y Desarrollo total, además de una menor definición de la lateralidad podálica. Estos resultados muestran que los AP presentan características neuromadurativas específicas y apoyan la consideración de la marcha de puntillas como marcador de problemas del desarrollo. Son necesarios estudios longitudinales con muestras amplias que permitan valorar la evolución de las dificultades y establecer criterios de indicación terapéutica en los AP, en el marco de una valoración interdisciplinar. Además, se requiere investigar la interrelación entre las diversas alteraciones que presentan los AP para optimizar su manejo clínico.

Financiación

Ninguno de los autores mantiene ninguna relación con personas u organizaciones que pudiesen influir de forma inapropiada su trabajo. Este estudio no recibió financiación externa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

La Clínica Universitaria de Podología de la Universidad Complutense de Madrid prestó su apoyo personal y material.

Santiago Cano colaboró en el análisis estadístico. Este trabajo no hubiese sido posible sin la participación de los niños y sus padres.

Bibliografía

1. Sala DA, Shulman LH, Kennedy RF, Grant AD, Chu ML. Idiopathic toe-walking: A review. *Dev Med Child Neurol.* 1999;41:846–8.
2. Shulman LH, Sala DS, Chu MLY, McCaul PR, Sandler BJ. Developmental implications of idiopathic toe walking. *J Pediatr.* 1997;4:541–6.
3. Tidwell M. The child with tip-toe gait. *Int Pediatr.* 1999;14:235–8.
4. 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;72:722–30.
5. Fragnière B, Garoflin N, Dutoit M. Mon enfant marche sur la pointe des pieds. *Rev Med Suisse Romande.* 2000;120:811–4.
6. Stricker SJ. Evaluation and treatment of the child with tiptoe gait. *Int Pediatr.* 2006;21:91–8.
7. Brunt D, Woo R, Kim HD, Ko MS, Senesac C, Li S. Effect of botulinum toxin type A on gait of children who are idiopathic toe-walkers. *J Surg Orthop Adv.* 2004;13:149–55.
8. Westberry DE, Davids JR, Davis RB, de Moraes MC. Idiopathic toe walking: A kinematic and kinetic profile. *J Pediatr Orthop.* 2008;28:352–8.
9. Stott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for idiopathic toe-walking: Results at skeletal maturity. *J Pediatr Orthop.* 2004;24:63–9.
10. Crenna P, Marzegan A, Salvadori L, Sandrin L. Effects of a cognitive task on gait kinematics of habitual toe walkers. *Gait Posture.* 2005;21:584.
11. Stricker SJ, Angulo JC. Idiopathic toe walking: A comparison of treatment methods. *J Pediatr Orthop.* 1998;18:289–93.
12. Eastwood DM, Menelaus MB, Dickens DR, Broughton NS, Cole WG. Idiopathic toe-walking: Does treatment alter the natural history? *J Pediatr Orthop B.* 2000;9:47–9.
13. Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: A long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. *Acta Paediatr.* 2004;93:196–9.
14. 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;87:17–22.
15. Williams CM, Tinley P, Curtin M. Idiopathic toe walking and sensory processing disfunction. *J Foot Ankle Res.* 2010;3:16–20.
16. Furrer F, Deonna T. Persistent toe-walking in children. *Helvetica Pediatr Acta.* 1982;37:301–16.
17. Taussig G, Delouée E. La marche en équin idiopathique de l'enfant. Diagnostic et évolution spontanée. *Ann Readapt Med Phys.* 2001;44:333–9.
18. Futagi Y, Toribe Y, Ueda H, Suzuki Y. Neurodevelopmental outcome of children with idiopathic toe-walking. *No To Hattatsu.* 2001;33:511–6.
19. Accardo P, Morrow J, Heaney MS, Whitman B, Tomazic T. Toe walking and language development. *Clin Pediatr (Phila).* 1992;31:158–60.
20. Williams CM, Tinley P, Curtin M, Wakefield S, Nielsen S. Is idiopathic toe walking really idiopathic? The motor skills and sensory processing abilities associated with idiopathic toe walking gait. *J Child Neurol.* 2013;29:71–8.
21. 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;22:417–26.
22. Portellano JA, Mateos R, Martínez-Arias R, Tapia A, Granados MJ. Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN). Madrid: TEA Ediciones; 2000.
23. Portellano JA, García J, Martínez-Arias R, Mateos R, Iniesta I, Pérez M. Evaluación neuropsicológica de niños con síndrome de Down. *Polibea.* 2000;55:14–9.
24. Portellano JA, Mateos R, Valle M, Arizcun J, Martínez-Arias R. Trastornos neuropsicológicos en niños de muy bajo peso al nacer en edad preescolar. *Acta Ped Esp.* 1997;55:375–9.
25. Portellano JA. Neurobiología del Desarrollo y diagnóstico precoz de los signos de riesgo en la etapa preescolar. Cuaderno de Realidades Sociales. 1998;51-52:155–74.
26. Avila AM. Adaptación del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil CUMANIN de Portellano. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología.* 2012;5:91–9.
27. Guerrero MK. Adaptación del Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil—CUMANIN— en una población urbana de Lima. *Dispersión.* 2006;III:1–14.
28. Urzúa A, Ramos M, Alday C, Alquinta A. Madurez neuropsicológica en preescolares: propiedades psicométricas del test CUMANIN. *Ter Psicol.* 2010;28:13–25.
29. Portellano JA. Trastornos neurológicos y alteraciones cognitivas durante el período perinatal: la disfunción cerebral infantil (II). *Polibea.* 2004;68:12–7.
30. Barba F, Robles MA. Utilidad del cuestionario CUMANIN para detectar diferencias, en dos grupos de preescolares, dentro de un programa de Atención Temprana. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology.* 2012;10:311–21.
31. Portellano JA, Mateos R, Granados MJ, Tapia A, Ramos JR, Pariente VE, et al. Prevención primaria del fracaso escolar: el Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN). Un estudio experimental. *Psicol Educ.* 1997;3:89–100.
32. Cisternas Y, Ceccato R, Gil MD, Mari MD. Funciones neuropsicológicas en las habilidades de inicio a la lectoescritura. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología.* 2014;1:115–22.
33. Grau C, Fortes MC, Fernández F, García L. Detección de secuelas neurológicas y programas de intervención psicoeducativa en niños de educación infantil con tumores en el cerebelo. *Educ Desarro Divers.* 2002;5:107–22.
34. Campo LA. Características del desarrollo cognitivo y del lenguaje en niños de edad preescolar. *Psicogente.* 2009;12:341–51.
35. Campo C, Tiesca R, Campo L. Relación entre el grado de madurez neuropsicológica infantil y el índice de talla y peso en niños de 3 a 7 años escolarizados de estratos socioeconómicos dos y tres de la ciudad de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte.* 2012;28:88–98.
36. Jensen JL. The puzzles of motor development: How the study of developmental biomechanics contributes to the puzzle solutions. *Inf Child Dev.* 2005;14:501–11.
37. Engelbert RH, Gorter JW, Uitterwaal CS, van de Putte E, Hadders PJ. Idiopathic toe-walking in children, adolescents and young adults: a matter of local or generalised stiffness? *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:61.
38. Alvarez 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;26:428–35.
39. Portellano JA. Desarrollo neuropsicológico de la edad preescolar. *Polibea.* 1996;38:4–11.
40. Williams CM, Tinley P, Curtin M. The Toe Walking Tool: A novel method for assessing idiopathic toe walking children. *Gait Posture.* 2010;32:508–11.
41. Grupo de Atención Temprana. Libro blanco de la atención temprana. Madrid: Real Patronato de Prevención y de Atención a Personas con Minusvalía; 2000.
42. Garrett M, McElroy AM, Staines A. Locomotor milestones and babywalkers: Cross sectional study. *BMJ.* 2002;324:1494.
43. Jucaite A, Fernell E, Forsberg H, Hadders-Algra M. Deficient coordination of associated postural adjustments during a

- lifting task in children with neurodevelopmental disorders. *Dev Med Chil Neurol*. 2003;45:731–42.
44. Cherng RJ, Liang LY, Chen YJ, Chen JY. The effects of a motor and a cognitive concurrent task on walking in children with developmental coordination disorder. *Gait Posture*. 2009;29:204–7.
45. Berger SE, Adolph KE. Learning and development in infant locomotion. *Prog Brain Res*. 2007;164:237–55.
46. Spreen O, Risser AT, Edgell D. Cerebral lateralization. En: Spreen O, Risser AT, Edgell D, editores. *Developmental neuropsychology*. New York: Oxford University Press; 1995. p. 81–101.