

## Apoyos plantares durante la marcha de niños/adolescentes con síndrome de Down

---

V. MAZA<sup>1</sup>, M.A. VILLARROYA<sup>2,3</sup>, T. MOROS<sup>2</sup>, C. MELÉNDEZ<sup>4</sup>, J.A. CASAJÚS<sup>3,5</sup>.

<sup>1</sup>Servicio de rehabilitación. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza.

<sup>2</sup>Departamento de Fisiatría y Enfermería, Universidad de Zaragoza.

<sup>3</sup>Grupo GENUD (Growth, Exercise, NUtrition and Development). Zaragoza.

<sup>4</sup>Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

<sup>5</sup>Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte de Huesca, Universidad de Zaragoza.

### Resumen

*Introducción:* Las alteraciones musculoesqueléticas que aparecen en el Síndrome de Down (SD) pueden influir en los apoyos durante la marcha, con las consecuentes repercusiones a nivel del pie y de la cadena cinemática inferior.

*Objetivo:* Determinar las presiones plantares y su distribución durante la marcha en niños/adolescentes con SD.

*Material y Método:* La muestra estaba compuesta por dos grupos de 32 niños/adolescentes, uno con SD y otro sin patología (GC). Se registraron los tiempos de apoyo, fuerzas verticales y presiones plantares durante la marcha (plataforma Footchecker) y se compararon entre ambos grupos.

*Resultados:* La duración del apoyo fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en el grupo SD. La fuerza de reacción vertical y presión media no presentaron diferencias significativas. La presión máxima fue menor en el grupo SD ( $p < 0.05$ ). El grupo SD presentó un porcentaje de carga menor en antepié y retropié y mayor en mediopié, sobre todo en la zona interna (4%).

*Conclusiones:* El grupo con SD presentó una duración mayor del apoyo y picos de presión menores, probablemente por una marcha más plana, que hace que la carga se comparta entre varias zonas del pie. Este grupo también presentó una modificación en la distribución de las presiones en la superficie plantar, con una mayor participación del mediopié, sobre todo, en su zona interna.

**Palabras clave:** Síndrome de Down, presiones plantares, marcha, distribución presiones, superficie plantar.

### Abstract

*Introduction:* The known musculoskeletal disorders that appear in Down syndrome can affect the support during gait, with consequent impacts in the foot and in the kinematic chain of the lower limb.

*Objective:* To determine the plantar pressures and their distribution during gait in children/adolescents with Down syndrome (DS).

*Material and Methods:* The sample comprised two groups of 32 children / adolescents, one with DS and the other without pathology (CG). The support time, vertical reaction force and plantar pressures were recorded during walking (Footchecker platform), and compared between both groups.

*Results:* The duration of support was higher ( $p < 0.0001$ ) in the DS group. The vertical reaction force and the average pressure did not differ significantly. The peak pressure on the plantar surface was lower in the DS group ( $p < 0.05$ ). The DS group showed a lower percentage of load both in the hindfoot and forefoot and higher in the midfoot, especially in its internal part (4%).

*Conclusions:* The DS group presented a longer duration of support and less pressure peaks, probably for a flatter gait, which makes the load to be shared between several areas of the foot. They also presented a variation in the distribution of pressures on the plantar surface, with a greater involvement of the midfoot, especially in the internal zone.

**Keywords:** Down syndrome, plantar pressures, gait, distribution pressures, plantar surface.

## Introducción

El Síndrome de Down es la alteración cromosómica más común, producida por una trisomía del cromosoma 21. Implica una combinación de defectos congénitos, entre los que se incluyen cierto grado de retraso mental, rasgos faciales característicos y, a menudo, defectos cardíacos, deficiencia visual y auditiva y otros, como anomalías musculoesqueléticas [1]. Muchas de las anomalías musculoesqueléticas se intentan explicar por la presencia de hipotonía muscular y laxitud articular, lo que origina problemas ortopédicos. Estos problemas pueden ser mayores, que a menudo requieren tratamiento quirúrgico, como la inestabilidad atlo-axoidea, escoliosis, epifisiolisis de la cabeza femoral, subluxación de la rótula, entre otras; o lo que es más frecuente, alteraciones ortopédicas menores, sobre todo en extremidades inferiores, como el pie plano-valgo, valgo de rodilla, deformidades del antepié (metatarso adductus, hallux valgus, metatarsus primus varus, sindactilia y clinodactilia del 5º dedo) [1,2,3,4,5,6,7,8].

De las alteraciones ortopédicas menores la más común es el pie plano [2]. A su establecimiento, además de la hipotonía muscular y la laxitud articular, puede contribuir la obesidad, frecuente en estos niños [1], y la posición del pie del feto en el interior del útero (alteraciones o malformaciones congénitas), por lo que se puede manifestar desde el nacimiento o en la edad infantil, cuando el niño comienza a andar. El aplanamiento plantar hace que caiga todo el pie hacia dentro y el retropié se coloque en valgo dando lugar a un mal apoyo. Este mal apoyo provoca una adaptación sucesiva del resto de las estructuras del aparato locomotor: articulaciones, tejidos periarticulares (cápsula y ligamentos), músculos y fascias que, con el tiempo, debido al excesivo estrés, puede provocar lesiones en dichas estructuras, además de poder repercutir en el resto de la cadena cinética inferior, e incluso al tronco, originando dolor, cansancio, disconfor, ..., por lo que, al final, el niño, en muchas ocasiones, evita realizar actividades físicas, llevándolo a un sedentarismo que con frecuencia conduce a una obesidad que, además de otros problemas, puede agravar aún más la sintomatología [9,10].

Es conocido que los niños con SD tienen problemas en el mantenimiento del equilibrio, lo que puede repercutir en todas sus actividades motoras, ya que una buena estabilidad es la base de todos los movimientos. Estas alteraciones en el equilibrio se pueden deber a una disfunción cerebelosa, con un tiempo de reacción más lento, a la hipotonía y laxitud ligamentosa (con aumento de la flexibilidad en las articulaciones, siendo éstas menos estables, por lo que resulta más difícil mantener el equilibrio sobre ellas) y a una disminución en la propiocepción [11]. Así, el pie, junto con el sistema vestibular y el sistema oculomotor, participa en las reacciones de equilibrio ortostático, informando constantemente de la posición, tanto estática como dinámica. Por lo tanto, el pie plano-valgo, tan frecuente en estos niños, con marcada pronación del retropié, puede colaborar en los problemas del equilibrio.

Es fundamental realizar un diagnóstico y tratamiento precoz de las deformidades del pie en estos niños, para establecer el tratamiento adecuado e intentar disminuir las repercusiones que pueden tener. Para ello, es útil la medida de la presión en cada zona de la superficie plantar y su distribución en dichas zonas.

La mayoría de estudios sobre la distribución de las presiones plantares durante la marcha acepta que la carga que llega al suelo no es uniforme, sino que existen dos picos de presión, uno que coincide con el contacto del talón en el suelo y otro con el despegue del mismo [12,13,14,15]. La mayoría de los autores dividen el pie en diferentes zonas de interés biomecánico para describir las presiones que se generan en el mismo durante la marcha [16]. En general, se acepta que la máxima presión local de todo el pie se registra en el retropié [13,17] y que se produce durante su contacto inicial con el suelo. No se describe ningún papel importante del mediopié en la transferencia del peso del talón al antepié [17,18,19]; para Perry [20] y Sánchez Lacuesta [19] la presión en este área es, como mucho, el 10% de la máxima del talón. En cuanto al antepié, Viladot [21] describe que, durante la marcha, la transferencia de la carga, tras el apoyo inicial de las cabezas de los metatarsianos laterales, pasa por los metatarsianos mediales hasta la cabeza del primero, para iniciar la fase de despegue de los dedos. La mayoría de los trabajos [22,23,24,25] coinciden en que la mayor presión se produce en las cabezas del segundo y tercer metatarsiano, no obstante, existen diferencias entre los datos aportados que sugieren que no existe un único patrón de las presiones plantares [26]. Por último, la contribución de los dedos en la marcha ha sido

---

### Correspondencia:

M. Adoración Villarroya  
Facultad de Medicina. Aulario B.  
C/ Domingo Miral s/n. Zaragoza, 50009  
Email: doritav@unizar.es

muy discutida. Lo más aceptado es que el primer dedo es el que más carga soporta durante el despegue [17], pudiendo llegar a ser entre el 30% y el 40% de la presión máxima del talón.

Debido a la alta prevalencia de pie plano que presentan los pacientes con síndrome de Down, parece importante profundizar en las repercusiones que puede tener, analizando las modificaciones en las presiones plantares y la distribución de dichas presiones en la superficie plantar durante la marcha. Otro objetivo del estudio ha sido cuantificar la duración del apoyo del pie en el suelo que da idea del equilibrio de estos sujetos.

## Material y Método

### *Población*

Para el estudio se contó con la participación de dos grupos de niños/adolescentes voluntarios. Uno de los grupos se formó con 32 sujetos, 17 chicos y 15 chicas, con una edad media de  $14 \pm 2.93$  años, que padecían síndrome de Down, pertenecientes a las asociaciones «Fundación Down» y «Special Olympic» de Zaragoza. Todos ellos tenían el coeficiente intelectual necesario para comprender y ejecutar las órdenes necesarias para realizar el estudio. El grupo control se eligió de un colegio de Zaragoza elegido al azar, configurándose con 33 sujetos, 19 chicos y 14 chicas, con edad similar al grupo anterior y sin patología que pudiera influir en los apoyos plantares. En todos los casos se informó de la naturaleza y propósito del estudio a los padres y tutores legales de los adolescentes, solicitando un consentimiento por escrito.

### *Método*

A todos los sujetos se les asignó un número de registro, se anotó la edad, talla y peso, y se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC), dividiendo el peso en kilogramos entre el cuadrado de la altura en metros.

Para el registro se utilizó una plataforma de presiones «Footchecker» (superficie de 40x40 cm, con un sensor por  $\text{cm}^2$ ; Software FootChecker versión 3.2. Loran Engineering Sr. L Italy). La plataforma se colocó en medio de un pasillo de unos 8 metros. Para llevar a cabo el registro dinámico de las presiones se indicó a los sujetos que se colocaran a una distancia tal que el segundo paso cayera sobre la plataforma, que estaba colocada en medio del pasillo de marcha. Se registraron 3-4 pasos derechos y 3-4 pasos izquierdos en cada niño, analizando los valores promedio de todos los pasos derechos y los de todos los izquierdos.

La planta del pie se dividió en nueve zonas: retropié externo e interno, mediopié externo e interno, antepié interno (1º metatarsiano), medio (2º y 3º) y externo (4º y 5º), 1º dedo y resto de dedos. Se valoraron las presiones en cada una de dichas zonas y se obtuvo la distribución porcentual de las presiones en la superficie plantar.

Las variables recogidas fueron: la duración del apoyo (ms), la fuerza de reacción máxima (kp), la presión máxima y media durante el paso (kpa) y la distribución porcentual de presiones (%) en cada una de las 9 regiones en que se dividió la superficie plantar. El valor de la fuerza de reacción y las presiones se normalizaron dividiéndolos por el IMC para eliminar las repercusiones que pudieran tener las diferencias de talla y peso entre los dos grupos.

### *Análisis estadístico*

Las variables se analizaron con el programa informático SPSS 15.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo de las variables según sus medias, con sus respectivas desviaciones estándar. Se realizó una comparación de todos los parámetros entre los dos grupos, en la muestra total y en ambos sexos de forma independiente, y entre los chicos y las chicas (tanto en el grupo control como en el de SD). Para realizar las comparaciones, se comprobó si los datos seguían una distribución normal mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Si la distribución de los datos era normal ( $p > 0.05$ ), se emplearon pruebas paramétricas (Prueba T para muestras independientes), mientras que si no era normal ( $p < 0.05$ ) se utilizaron pruebas no paramétricas (Prueba de Mann-Whitney). Se estableció un nivel de significación inferior a 0.05 para indicar que las diferencias encontradas en ambos grupos eran significativas.

## Resultados

Después de hacer el estudio estadístico, no se encontraron diferencias entre los datos obtenidos en los chicos y las chicas, y los resultados de la comparación entre el grupo control y el de SD fueron similares en ambos sexos. Por lo tanto, la comparación de las variables analizadas se expondrá en toda la muestra de forma conjunta (chicos y chicas).

Las características generales de la muestra pueden verse en la tabla 1.

La duración del apoyo durante la marcha como se muestra en la tabla 2 es significativamente mayor ( $p < 0.0001$ ) en el grupo con SD que en el GC.

En la tabla 3 se muestran los valores de la fuerza de reacción vertical y la presión máxima y media. La presión máxima en toda la superficie plantar es significativamente menor en el grupo SD ( $p < 0.05$ ). Si se consideran los picos de presión en las diferentes zonas en que se dividió la superficie plantar (tabla 4), se aprecia que son significativamente menores en

el retropié, tanto en su parte interna como en la externa ( $p < 0.05$ ), y también en el antepié, siendo significativas las diferencias en la zona interna  $p < (0.0001)$  y quasi-significativas ( $p < 0.09$ ) en la zona media y externa, pero son claramente mayores en el mediopié, en su zona externa ( $p < 0.05$ ) y, sobre todo, en su zona interna ( $p < 0.0001$ ).

Muestra total	Control		Down		p
	Media	DS	Media	DS	
Edad (años)	13.87	2.63	14.22	2.93	0.62
IMC ( $kg/m^2$ )	20.48	3.55	21.29	3.59	0.36
Talla (cm)	161.45	14.78	143.41	12.46	<b>&lt;0.0001</b>
Peso (kg)	54.148	14.28	44.625	12.02	<b>0.005</b>

Chicas	Control		Down		p
	Media	DS	Media	DS	
Edad (años)	13.47	2.83	13.85	3.27	0.74
IMC ( $kg/m^2$ )	20.93	4.42	22.06	4.33	0.59
Talla (cm)	153.64	11.88	137.20	10.79	<b>&lt;0.0001</b>
Peso (kg)	50.07	14.56	42.58	13.01	0.15

Chicos	Control		Down		p
	Media	DS	Media	DS	
Edad (años)	14.16	2.51	14.54	2.65	0.66
IMC ( $kg/m^2$ )	20.16	2.83	20.61	2.75	0.67
Talla (cm)	167.21	14.27	148.89	11.45	<b>&lt;0.0001</b>
Peso (kg)	57.15	13.68	46.43	11.16	<b>0.025</b>

Tabla 1. Descripción de las características generales de la muestra

Duración del apoyo (ms)	Control		Down		p
	Media	DS	Media	DS	
Pie Izquierdo	725.55	87.12	1010.97	258.75	<b>&lt;0.0001</b>
Pie Derecho	737.81	78.40	1021.41	257.51	<b>&lt;0.0001</b>

Tabla 2. Comparación de la duración de la fase de apoyo durante la marcha entre los dos grupos, Control y Down

		Control		Down		<i>p</i>
		Media	DS	Media	DS	
Fuerza (kp)	Paso Izquierdo	3.45	0.56	3.22	0.57	<i>0.16</i>
	Paso Derecho	3.72	0.72	3.51	0.81	<i>0.28</i>
P <sub>máx</sub> (kPa)	Paso Izquierdo	12.30	1.80	11.55	1.76	<b><i>0.05</i></b>
	Paso Derecho	12.29	1.78	11.55	1.85	<b><i>0.01</i></b>
P <sub>media</sub> (kPa)	Paso Izquierdo	6.52	1.30	6.48	3.48	<i>0.11</i>
	Paso Derecho	6.63	1.19	6.14	1.15	<i>0.10</i>

**Tabla 3.** Comparación de la fuerza de reacción máxima y presiones media y máxima durante el paso, normalizadas por el Índice de Masa Corporal (IMC), entre los dos grupos, Control y Down

Presiones máximas por zonas del pie normalizadas por IMC (kPa/kg/m <sup>2</sup> )			Control		Down		<i>p</i>
			Media	DS	Media	DS	
Pie Izquierdo	Retropié	Externo	12.00	1.76	11.00	1.97	<b><i>0.038</i></b>
		Interno	12.10	1.79	11.01	2.07	<b><i>0.029</i></b>
	Mediopié	Externo	4.74	2.46	6.28	2.51	<b><i>0.018</i></b>
		Interno	0.53	1.46	3.46	2.53	<b><i>&lt;0.0001</i></b>
	Antepié	Externo	11.87	1.74	11.12	1.74	<i>0.094</i>
		Medio	12.10	1.75	11.39	1.72	<i>0.094</i>
		Interno	11.85	1.85	11.32	1.79	<b><i>&lt;0.0001</i></b>
	Dedos	Primero	11.80	1.80	10.60	2.67	<i>0.25</i>
		Resto	7.86	3.69	8.82	2.87	<i>0.25</i>
	Pie Derecho	Retropié	Externo	11.98	1.75	11.18	1.92
Interno			12.11	1.74	11.33	2.04	<i>0.10</i>
Mediopié		Externo	5.48	2.76	6.86	2.99	<b><i>0.049</i></b>
		Interno	0.35	0.92	4.10	3.11	<b><i>&lt;0.0001</i></b>
Antepié		Externo	11.70	1.75	11.06	1.87	<b><i>0.049</i></b>
		Medio	12.10	1.74	11.46	1.81	<i>0.17</i>
		Interno	11.88	1.77	11.44	1.82	<b><i>&lt;0.0001</i></b>
Dedos		Primero	11.99	1.75	11.11	2.01	<i>0.33</i>
		Resto	9.49	3.03	8.72	3.15	<i>0.32</i>

**Tabla 4.** Comparación de la presión máxima en las diferentes zonas del pie, normalizada por el IMC, entre los dos grupos, Control y Down

La tabla 5 muestra la distribución de las presiones en las 9 zonas de la superficie plantar analizadas. Los niños/adolescentes con SD tienen una participación significativamente menor que el grupo control del retropié, del antepié y del primer dedo, pero, en cambio una participación mayor del mediopié.

## Discusión

En este estudio se determinó la duración del apoyo durante la marcha, así como las presiones plantares durante la misma y su distribución en la superficie plantar en niños/adolescentes con síndrome de Down (SD), y se realizó una comparación con un grupo control de niños / adolescentes sin síndrome de Down.

Se intentó que el grupo control tuviera características similares al grupo estudiado para poder realizar una buena comparación, lo cual se consiguió respecto a la edad. Sin embargo, no se

consiguió respecto a la talla, ya que, por el retardo en el crecimiento que suelen presentar estos sujetos [1], fue significativamente menor en el grupo SD. En cuanto al peso, también fue significativamente menor en el grupo SD, por lo que la relación entre el peso y la talla no varió entre los dos grupos, a pesar de la conocida tendencia a la obesidad en el síndrome de Down. Probablemente, esto se deba a que muchos de los voluntarios con síndrome de Down realizaban actividades deportivas regularmente. De todas formas, como el factor peso, como indican Birtane y Tuna [27], comporta un aumento significativo en los valores de la presión en el antepié, para evitar la influencia de las diferencias en el peso y en la talla, se normalizaron los valores de fuerza y de presión dividiéndolos por el IMC.

Al analizar la duración de la fase de apoyo durante la marcha se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Normalmente, la duración del ciclo entero de

Porcentaje de carga en las diferentes zonas del pie		Control	Down	<i>p</i>	
Pie Izquierdo	Retropié	Externo	14.18	12.97	<b>&lt;0.0001</b>
		Interno	14.29	12.96	<b>&lt;0.0001</b>
	Mediopié	Externo	5.66	7.32	<b>0.015</b>
		Interno	0.62	4.00	<b>&lt;0.0001</b>
	Antepié	Externo	14.02	13.13	<b>0.002</b>
		Medio	14.28	13.47	<b>0.002</b>
		Interno	13.98	13.38	<b>0.035</b>
	Dedos	Primero	13.93	12.42	<b>&lt;0.0001</b>
		Resto	9.05	10.36	<b>0.25</b>
	Pie Derecho	Retropié	Externo	13.78	12.83
Interno			13.93	12.98	<b>&lt;0.0001</b>
Mediopié		Externo	6.22	7.76	<b>0.03</b>
		Interno	0.42	4.70	<b>&lt;0.0001</b>
Antepié		Externo	13.45	12.72	<b>0.003</b>
		Medio	13.92	13.19	<b>0.002</b>
		Interno	13.66	13.16	<b>0.024</b>
Dedos		Primero	13.80	12.73	<b>&lt;0.0001</b>
		Resto	10.80	9.92	<b>0.17</b>

**Tabla 5.** Comparación del porcentaje de carga en las diferentes zonas del pie entre los dos grupos, Control y Down

marcha se encuentra alrededor de 1s, y el apoyo es aproximadamente un 60% del ciclo, por lo que los valores de 0.7s que se obtuvieron en el grupo control se encuentran dentro de la normalidad. Sin embargo, en los afectados con síndrome de Down estos valores fueron considerablemente mayores (algo mayor a 1 segundo). La mayor duración del apoyo puede deberse a que todo el ciclo era mayor, es decir, que los niños caminaban más lentamente y con ciclos largos, como indicaron Parker et al. [28]. A esto se le puede unir que el apoyo sea proporcionalmente mayor en estos niños. El mayor tiempo de apoyo en relación al ciclo total podría estar en relación con una alteración del equilibrio, frecuente en estos niños. Pero para saberlo con exactitud haría falta conocer la duración total del ciclo y con el sistema utilizado esto no puede valorarse; por lo tanto, sería necesario realizar un estudio sobre este aspecto, midiendo el ciclo total de la marcha mediante otras técnicas.

Al caminar, no se encontraron diferencias significativas en la fuerza de reacción vertical, aunque los valores medios de dicha fuerza fueron menores en el grupo de estudio. De la misma forma, el mayor pico de presión registrado en la planta del pie fue también menor en el grupo de niños con síndrome de Down. Parece que existe una tendencia a una marcha menos agresiva, con menores impactos. Sin embargo, no se aprecian diferencias en los valores medios de presión. Estos valores son el promedio de lo que ocurre durante todo el ciclo, con momentos de presiones importantes y otros de presiones muy ligeras o nulas. Los menores picos de presión pueden deberse a que, por lo que se aprecia visualmente en los registros, estos niños realizan una marcha muy «plana», es decir, casi a la vez que contactan con el talón apoyan el resto del pie, y el despegue también lo hacen con casi todo el pie de una vez. Esto hace que no haya casi zonas que en algún momento sean las únicas en soportar toda la carga, con picos de presión importantes, ya que la carga se reparte en zonas más amplias de apoyo, y que las presiones sean bastante homogéneas en los diferentes puntos de la superficie plantar. Esto se podría confirmar conociendo las duraciones de cada una de las fases de la marcha y, por lo tanto, el tiempo que cada zona está en contacto con el suelo.

Si se analiza lo que ocurre en las distintas zonas de la superficie plantar analizadas, se observan diferencias significativas en la intensidad de estas presiones. En la zona del retropié y del antepié los valores de presión son significativamente menores

en el grupo con síndrome de Down, por el motivo indicado, mientras que en la zona del mediopié, sobre todo en su parte interna, son significativamente mayores. Esto hace que la distribución de estas presiones en la superficie plantar varíe, con menor participación del retropié y del antepié en favor de la zona media del pie. Normalmente, el papel del mediopié en la transmisión de la carga del talón al antepié es mínima [19,20], por lo que la presión en el mediopié también debe ser mínima, sobre todo, en el mediopié interno, ya que, en general, no debe contactar con el suelo. De hecho, en el grupo control, la parte interna del mediopié participa con un valor medio del 0.42-0.62% (dependiendo del lado analizado) y la externa con un 5.66-6.22%. Sin embargo, en los niños con síndrome de Down, la zona interna del mediopié participa mucho más, un 4-4.7%, y la externa un 7.32-7.76%. Las mayores cargas en la zona interna del mediopié se deben a la caída del arco longitudinal interno, es decir, al pie plano, que padecen con una alta frecuencia estos niños [2]. Esta mayor participación del mediopié, por las mayores presiones en esta zona, también se ha descrito en otras situaciones en las que existe tendencia al pie plano, como en niños con obesidad como describen Dowling et al. [9,10], y que pueden ser causa del mal apoyo y malestar del pie.

## Conclusiones

No se aprecian diferencias entre los dos sexos, en ninguno de los datos analizados.

El grupo de niños/adolescentes con SD, durante la marcha, presenta una duración mayor del apoyo y picos de presión menores que el grupo control, probablemente por una marcha más plana, con apoyo de casi toda la planta a la vez, lo que hace que no haya zonas de la superficie plantar que sean las únicas en contacto con el suelo, sino que siempre se comparte la carga entre varias zonas.

Durante la marcha existe una modificación, en el grupo con SD, de la distribución de las presiones en las diferentes zonas del pie analizadas. Si normalmente existen picos de presión mayores en retropié (en el contacto) y antepié (en el despegue) y apenas se debe recibir carga en el mediopié, principalmente en su zona interna, en el grupo con SD disminuyen estos picos de presión en retropié y antepié y aumentan de forma importante en mediopié (sobre todo en la zona interna). Esto se debe, por una parte, a la caída del arco longitudinal interno y, por otra, a la marcha plana que se ha observado en estos sujetos.

## Agradecimientos

Este estudio está financiado por el Gobierno de Aragón, (proyecto PM 17/2007) y por el Ministerio de Innovación y Ciencia de España (Red de investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales-EXERNET-DEP2005-00046/ACTI).

## Bibliografía

1. **Prasher V.P.** Screening of medical problems in adults with Down Syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*. 1994, 2 (2) 59-66.
2. **Girona Chenoll G, Cuello Villaverde E.** Alteraciones ortopédicas en el Síndrome de Down. *Rehabilitación (Madr)* 2002;36(3):143-148.
3. **Diamond L.S, Lynne D, Sigman B.** Orthopedic Disorders in patients with Down's Syndrome. *Orthopedic Clinics of North America* 1981;12:57-71.
4. **Hayes A, Ballesta F, Casaldaliga J, Codina X, Fernández M, García JJ et al.** Síndrome de Down: orecaucions, instruccions, recomanacions. *But Soc Cat Pediatr* 1987;47:33-41.
5. **Joav Merrick, Eli Ezra, Boris Josef, David Hendel, David M. Steinberg, Shlomo Wientroub.** Musculoskeletal Problems in Down Syndrome European Paediatric Orthopaedic Society Survey: The Israeli Sample. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B* 2000 3;185-192.
6. **Cristofaro R.L, Doovan R.U, Cristofaro B.S.** Orthopaedic abnormalities in an adult population with Down's syndrome. *Orthop Trans* 1986;10:10-5.
7. **Lawon S.M, Balland W.T, Hays K.R.** Orthopaedic aspects of Down's syndrome. *Contemp Orthop* 1990;20:135-8.
8. **Concolino D, Pasquzzi A, Capalbo G, Sinopoli S, Strisciuglio P.** Early detection of podiatric anomalies in children with Down Syndrome. *Acta Pediatrica*, 2006; 95:17-20.
9. **Dowling A.M, Steele J.R, Baur L.A.** Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *International Journal of Obesity* (2001) 25, 845-852.
10. **Dowling A.M, Steele J.R, Baur L.A.** What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *International Journal of Obesity* (2004) 28, 1514-1519.
11. **Caselli M.A, Cohen-Sobel E, Thompson J, Adler J, Gonzaelez L.** Biomechanical Management of Children and adolescents with Down Syndrome. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1991; 81 (3):119-127.
12. **Díaz C.A, Torres A, Ramírez J.I, García L.F, Álvarez N.** Descripción de un sistema para la medición de las presiones plantares por medio del procesamiento de imágenes. Fase I. *Revista EIA* 2006;6:43-45.
13. **Viladot A.** (1984). *Biomecánica: estática y exploración*. En Viladot A. (ed). *Patología del antepié*. Barcelona: Toray p.29-54.
14. **Lord M. and Hosein R.B.** (1992). Method for in shoe shear stress measurement. *J Biomed Eng*; 14:181-186.
15. **Morgenstem R.** Método de análisis biomecánico de la marcha en pacientes portadores de prótesis de rodilla. *Biomecánica* 1993; 2:13-18.
16. **Comín Comín M, Pérez García J.M, Villarroya Aparicio A, Nerón Ballabriga S, Moros García M.T.** Presiones plantares durante la marcha. 1999; 12:21-47.
17. **Lavigne A. y Noviel D.** (1994). *Estudio clínico del pie y terapéutica por ortesis*. Barcelona: Masson.
18. **Rozema A, Ulbrecht J, Pammer S and Cavanagh P.** (1996). In shoe plantar pressures during activities of daily living: implications for therapeutic footwear design. *Foot ankle Int* 1996; 17(6): 352-359.
19. **Sánchez-Lacuesta J.** (1993). *Biomecánica de la marcha humana normal*. En: Prat J. (coord.). *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Valencia: Generalitat Valenciana; p. 19-112.
20. **Perry J.** *Gait análisis. Normal and pathological function*. Thorofare:Siack;1992.
21. **Viladot A y Viladot V.A.** (1990). La marcha humana, *Revista Ortopédica de Traumatología*; 34: 99-108.
22. **Grieve D.W. and Rachdi T.** (1984). Pressures under feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Reum Dis*; 43: 816-818.
23. **Henning E.M, Staats A. and Rosenbaum D.** (1994). Plantar pressure distribution patterns of young school children in comparison to adults. *Foot Ankle*; 15(1): 35-40.
24. **Bennetti P.J. and Duplonk L.R.** (1993). Pressure distribution beneath the human foot. *J Am Podiatr Med Assoc*; 83 (12): 674-678.
25. **Plank M.J.T.** (1995). The pattern of forefoot pressure distribution in hallux valgus. *The foot* 1995; 5: 8-14.
26. **Momburg B.** (1984). Citado por Viladot A. *Biomecánica: estática y exploración*. En Viladot A. (ed). *Patología del antepié*. Barcelona: Toray; 1984 p.29-54.
27. **Birtane M, Tuna H.** the evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech*. 2004;19:1055-60.
28. **Parker A.V, Bronks R and Snyder C.W.Jr.** Walking patterns in Down's Syndrome. *J. Ment. Defic. Res.* (1986) 30, 317-330.