

Biomecánica, 18(1), 2010, pp 7-15

Presiones plantares, en estática bipodal, en niños/adolescentes con síndrome de Down

C. MELÉNDEZ¹, M.A. VILLARROYA^{2,3}, T. MOROS², V. MAZA⁴, J.A. CASAJÚS^{3,5}.

¹Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza.

²Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza.

³Grupo GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development).

⁴Servicio de Rehabilitación. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa.

⁵Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte de Huesca, Universidad de Zaragoza.

Resumen

Objetivo: Determinar las presiones plantares en estática bipodal y la alineación de retropié y rodilla, en niños/adolescentes con Síndrome de Down (SD), comparando los datos con los de un grupo control (GC). *Diseño.* 32 sujetos con SD y 33 control. Se valoró la superficie plantar, presión media y máxima y su distribución porcentual en 9 zonas de la superficie plantar (plataforma "Footchecker") en estática bipodal. Asimismo, se valoró la alineación del retropié en el plano frontal y la de la rodilla en los planos frontal y sagital. *Resultados.* En el grupo SD: superficie plantar mayor ($p < 0.0001$); presión media menor ($p < 0.01$); picos de presión menores en el retropié (zona interna $p < 0.0001$) y mayores en parte interna del mediopié y del antepié ($p < 0.0001$); participación menor del retropié, principalmente en parte interna (GC: 23.09%; SD: 15.87%; $p < 0.0001$), y mayor de la parte interna del mediopié (GC: 4%; SD: 10%; $p < 0.0001$) y del antepié (GC: 12%; SD: 17%; $p < 0.0001$). *Conclusiones.* El grupo SD presentó mayor desviación en valgo de talón y rodilla, tendencia al recurvatum de rodilla y aumento de la superficie de apoyo plantar, relacionado con el pie plano que suelen presentar estos sujetos. Además, presentó tendencia a menores presiones medias y modificación de la distribución porcentual de la carga, con menor participación del retropié y mayor de las zonas internas del mediopié y antepié; es decir, hubo un desplazamiento de la carga hacia la zona ántero-interna.

Palabras clave: Bipedestación, distribución presiones plantares, presiones plantares, síndrome de Down, superficie plantar.

Abstract

Objective. To determine the plantar pressures in standing and the hindfoot and knee alignment, in children/adolescents with Down syndrome (DS). *Material and Methods.* The sample comprised two groups of 32 children / adolescents, one with DS and other without pathology (CG). We analyzed in standing the support surface, average and peak plantar pressures and their distribution (by means of a Footchecker platform), hindfoot alignment in the frontal plane and knee alignment in the frontal and sagittal planes. Comparison between both groups was carried out. *Results.* The DS group showed: higher plantar surface ($p < 0.0001$); lower average pressure ($p < 0.01$); lower peak pressure in the hindfoot (internal zone $p < 0.0001$) and a higher one in the internal zone of the midfoot and forefoot ($p < 0.0001$); lower involvement of the hindfoot, specially in the internal part (CG: 23.09%, DS: 15.87%, $p < 0.0001$) and a higher one of the internal part of the midfoot (CG: 4%, DS: 10%, $p < 0.0001$) and forefoot (CG: 12%, DS: 17%, $p < 0.0001$). *Conclusions.* The DS group presented higher valgus deviation of the hindfoot and knee, a tendency to a knee recurvatum and higher support surface, related to the flatfoot they usually had. On the other hand, they presented a tendency to lower average pressures and a variation in the percentage distribution of load, with a lower involvement of the hindfoot and a higher one of the internal parts of the midfoot and forefoot: that's to say, there was a load displacement towards the anterior and internal zone.

Keywords: Down syndrome, plantar pressures, plantar pressure distribution, plantar surface, standing.

Correspondencia:

MA. Villarroya

Facultad de Medicina. Aulario B. C/ Domingo Miral s/n. 50009, Zaragoza, España.

E-mail: doritav@unizar.es

Introducción

El Síndrome de Down es un trastorno genético y se considera la causa más frecuente de discapacidad psíquica congénita. Representa el 25% de todos los casos de retraso mental. Este trastorno se caracteriza por la presencia de un cromosoma de más (o parte del mismo) en el par 21, produciendo un grado variable de retraso mental y rasgos físicos característicos. Este síndrome hace que las personas que lo padecen tengan características peculiares: perfil facial y occipital planos, braquicefalia, hendiduras palpebrales oblicuas, pliegues epicánticos, cuello corto y ancho con aumento del pliegue nucal, paladar ojival, clinodactilia del 5º dedo de la mano, separación entre 1º y 2º dedo del pie... Como rasgos comunes para todos habría que considerar la hipotonía muscular generalizada, la laxitud ligamentaria y el retraso mental. Junto con estos rasgos, estas personas pueden padecer diversas complicaciones; entre ellas, cardíacas, digestivas, endocrinas, oculares.... además de problemas ortopédicos. Los problemas ortopédicos pueden ser mayores, como inestabilidad atlantoaxoidea, epifisiolisis de la cabeza femoral, subluxación de rótula...., o menores, como metatarsus aductus, hallux valgus, metatarsus primus varus, sindactilia, clinodactilia, genu valgo, pies planos...

De estos problemas el pie plano es uno de los más frecuentes. Diamond et. al. [1] determinaron que el 83% de las personas con Síndrome de Down en su estudio padecían pies planos. Además, los niños con este síndrome tienen gran laxitud ligamentaria lo que conduce a una hiperflexibilidad lo cual está íntimamente asociado a alteraciones en ejes de la rodilla (sobre todo genu valgo) y al propio pie plano donde se encuentra afectado sobre todo el ligamento calcáneo-escafoideo. Nakagawa et. al. [2,3] desarrollaron la hipótesis de que la hipotonía antes comentada que padecen estos niños, pudiera producir una alteración compensadora de la posición del pie. Estas alteraciones ortopédicas menores son con frecuencia infravaloradas, lo que, con frecuencia, conlleva a serios problemas biomecánicos y posturales. De ahí, la importancia de evaluarlos para un correcto y temprano diagnóstico y tratamiento.

Distribución normal de presiones plantares en estática

Cuando se realiza un apoyo bipodal en estática, el peso del cuerpo se trasmite por las extremidades inferiores llegando a cada pie aproximadamente el

50% del mismo, y es el astrágalo el que distribuye la fuerza a los diferentes puntos.

La descripción de las presiones plantares que soporta cada zona del pie, en estática, es muy variable según los diferentes autores. Morton [4] indica que la proporción de peso sería igual para el talón que para el antepié; es decir el 50%. Viladot [5], junto con Barouk [6], Arcan [7] entre otros autores, refiere una mayor carga en el talón. Smith [8] describió que el balanceo normal del cuerpo hace que la distribución del peso sea muy variable. En general, la mayoría de los estudios indican que es la zona del talón la que más presión soporta.

A nivel del antepié, la mayoría de los autores, como los anteriormente mencionados Morton [4] y Viladot [5], determinan que existe presión en todas las cabezas de los metatarsianos, pero existen discrepancias sobre cuál de ellos soporta mayor presión. Para Rozema et al. [8] el metatarsiano que más carga soportaría sería el primero; otros autores [9,10] indican que esta carga máxima correspondería al tercer metatarsiano; y Cavanagh et al. [11] describen que es el segundo metatarsiano el que más carga soporta. Por lo que respecta a los dedos del pie, el apoyo es bastante menor, siendo para algunos autores [12,13] el dedo gordo el que más presión recibe.

Debido a las alteraciones morfológicas que presentan las personas afectadas de Síndrome de Down a nivel del pie, fundamentalmente el pie plano, resulta interesante el estudiar diversos parámetros relacionados con el apoyo plantar (presiones y su distribución), así como las modificaciones en los ejes del tobillo y la rodilla. A estos defectos ortopédicos se les suele prestar poca atención a pesar de los importantes problemas que pueden ocasionar. Un diagnóstico y tratamiento precoz podría disminuir las alteraciones biomecánicas y posturales que de ellos se derivan.

El objetivo principal del estudio consiste en determinar las presiones plantares en estática bipodal y su distribución en niños y adolescentes con Síndrome de Down, comparando dichos valores con los de un grupo control.

Material y métodos

Población

El estudio se realizó con un grupo de niños/adolescentes que padecen Síndrome de Down y un grupo control de niños sin Síndrome de Down. El grupo con Síndrome de Down estaba formado por 32 niños/adolescentes (15 chicas y

17 chicos) con edad media de $14,22 \pm 2,93$. Este grupo muestral fue elegido fundamentalmente de niños pertenecientes a la Fundación Down de Zaragoza y Special Olympic que participan a su vez en el proyecto de investigación "Determinantes fisiológicos y genéticos de la composición corporal en adolescentes con Síndrome de Down. Respuestas y adaptaciones al ejercicio físico con entrenamiento de fuerza". El grupo control se escogió de un colegio al azar del área metropolitana de Zaragoza, configurándose con 33 niños/adolescentes (14 chicas y 19 chicos) cuya edad media era de $13,87 \pm 2,63$.

Los criterios de inclusión en el grupo con Síndrome de Down fueron: estar diagnosticados de dicho síndrome y tener la suficiente capacidad para comprender y ejecutar las órdenes necesarias para llevar a cabo el estudio. En el grupo control se incluyeron niños/adolescentes de edades semejantes a las del grupo con Síndrome de Down, que no padecieran dicho síndrome, ni ningún otro, ni patología de ningún tipo que influyera en la estática normal del pie. En todos los casos se solicitó el consentimiento informado de los padres o tutores legales de los niños/adolescentes del estudio.

Metodología

Todos los niños/adolescentes de ambos grupos fueron pesados y tallados. Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC), dividiendo el peso en kilogramos entre el cuadrado de la altura en metros.

A continuación se realizó la medición goniométrica de la alineación en el plano frontal de los tobillos, colocando al sujeto a estudio en bipedestación sobre una superficie ligeramente elevada, con los pies separados y relajados. La medición se realizó por detrás del sujeto con la línea de visión a la altura del calcáneo, colocando una rama del goniómetro siguiendo el eje longitudinal de la pierna y la otra según el eje de inclinación craneo-caudal del calcáneo. Se midió el ángulo obtenido, anotándose los valores, considerando los positivos como una desviación en valgo y los negativos como desviación en varo. Se determinaron también los datos de la alineación en el plano frontal de las rodillas, colocándose al sujeto en la misma posición arriba indicada. Una rama del goniómetro se situó a lo largo del eje longitudinal del muslo y la otra siguiendo el eje de la tibia, anotando los datos obtenidos de manera semejante a la medición del tobillo. Por último se cuantificó, con el uso del goniómetro, la alineación de las rodillas en el plano sagital; para ello se colocó

al sujeto en bipedestación sobre la misma superficie elevada de las mediciones anteriores, pero en este caso el explorador encargado de recoger los datos se colocó en la zona lateral de la rodilla. Una de las ramas del goniómetro siguiendo el eje longitudinal de la pierna y la otra el eje lateral de tibia-peroné. Se anotaron también los valores dándose el cero a la posición de referencia, los negativos indicaban recurvatum y los positivos indicaban un flexo de rodilla.

A continuación, se realizó el registro de las presiones plantares. Para ello se utilizó la Plataforma de presiones Footchecker (superficie de registro de 40×40 cm, con un sensor por cm^2 ; Software Footchecker versión 3.2. Loran Engineering S.r.l. Italy). Se colocó a cada sujeto a estudio sobre la plataforma, en bipedestación, erguido, con los brazos a lo largo del cuerpo sin realizar ningún movimiento, la mirada centrada en un punto fijo enfrente de él mismo y lo más relajado posible. Los pies se pusieron formando un ángulo de 30 grados abierto hacia delante y una separación de 6 cm entre los maléolos internos. Se realizaron dos registros, de 25 segundos cada uno, y se promediaron los datos obtenidos en cada uno de ellos. Los parámetros analizados en cada pie fueron: superficie de apoyo plantar, normalizada por la talla (cm^2/cm), presión media y máxima, normalizada por el IMC ($\text{kPa}/\text{kg}/\text{m}^2$), y distribución porcentual de presiones en cada una de las 9 regiones en que se dividió la superficie plantar (retropié externo e interno, mediopié externo e interno, antepié externo, medio e interno, primer dedo y resto de dedos).

Análisis estadístico

Se creó una base de datos, siendo tratados con el programa estadístico SPSS en su versión 15.0. para Windows. Se calculó el promedio de los datos recogidos en los dos registros realizados. Se realizó un análisis descriptivo de las variables según su media y desviación estándar. Las pruebas de normalidad de todos los datos se analizaron con el test de Kolmogorov-Smirnov, fijándose el nivel de significación $p < 0,05$ para rechazar la hipótesis nula de "no normalidad". Se compararon todos los parámetros obtenidos entre ambos grupos, tanto en el total de la muestra como separado por sexos. A las variables que tenían una distribución normal se les aplicó la prueba paramétrica de comparación de medias de la T de Student para muestras independientes; mientras que las que no cumplían dicha distribución fueron analizadas con la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney.

Resultados

En el estudio se analizaron las variables de 32 niños/adolescentes afectados de Síndrome de Down comparándolos con 33 niños/adolescentes pertenecientes al grupo control. Al no obtener

diferencias significativas en los resultados entre ambos sexos (salvo en el mayor valgo de la rodilla en las niñas, en ambos grupos), se consideró una muestra única de chicos y chicas. En las tablas se exponen los resultados de todos los parámetros estudiados.

| Variable | Control | | Down | | p |
|--------------------------|---------|-----------|--------|-----------|--------------|
| | media | desv. típ | media | Desv. típ | |
| Edad | 13,47 | 2,83 | 13,85 | 3,27 | 0,74 |
| Talla (cm) | 153,64 | 11,88 | 137,2 | 10,78 | 0,001 |
| Peso (kg) | 50,07 | 14,56 | 42,58 | 13,01 | 0,155 |
| IMC (kg/m ²) | 20,93 | 4,42 | 22,06 | 4,33 | 0,492 |
| a) chicas | | | | | |
| Variable | Control | | Down | | p |
| | media | desv. típ | media | Desv. típ | |
| Edad | 14,16 | 2,51 | 14,54 | 2,65 | 0,661 |
| Talla (cm) | 167,21 | 14,27 | 148,89 | 11,45 | 0,001 |
| Peso (kg) | 57,15 | 13,68 | 46,43 | 11,16 | 0,015 |
| IMC (kg/m ²) | 20,16 | 2,83 | 20,61 | 2,75 | 0,627 |
| b) chicos | | | | | |

Tabla 1. Características generales del grupo control y del grupo con Síndrome de Down, por sexos

| Variable | Control | | Down | | p | |
|----------------|-------------------|-----------|-------|-----------|------|--------------|
| | media | desv. típ | media | desv. típ | | |
| Lado derecho | Talón (frontal) | 3,45 | 2,6 | 6,28 | 2,98 | 0,000 |
| | Rodilla (frontal) | 3,36 | 2,26 | 6,66 | 2,74 | 0,000 |
| | Rodilla (sagital) | 0,6 | 4,38 | -1,31 | 3,77 | 0,910 |
| Lado izquierdo | Talón (frontal) | 4,18 | 3,05 | 7,31 | 3,17 | 0,000 |
| | Rodilla (frontal) | 3,21 | 2,35 | 6,47 | 2,86 | 0,000 |
| | Rodilla (sagital) | 0,42 | 4,21 | -1,41 | 3,72 | 0,58 |

Tabla 2. Alineación en el plano frontal de tobillo y en el plano frontal y sagital de rodilla (grados), en apoyo estático bipodal, en el grupo control y en el grupo con Síndrome de Down

| | Variable | Control | | Down | | p |
|---------------|---------------|---------|-----------|-------|------------|--------------|
| | | media | desv. típ | media | desv. típ. | |
| Pie derecho | Superficie | 0,51 | 0,81 | 0,62 | 0,73 | 0,000 |
| | Presión media | 3,19 | 1,18 | 2,52 | 0,89 | 0,012 |
| Pie izquierdo | Superficie | 0,49 | 0,99 | 0,61 | 0,10 | 0,000 |
| | Presión media | 2,84 | 1,06 | 2,58 | 0,95 | 0,301 |

Tabla 3. Superficie de apoyo plantar normalizada por la talla y presión media normalizada por el IMC (kPa/kg/m²) de ambos pies, en estática bipodal, en el grupo control y el grupo con Síndrome de Down

| Variable | Control | | Down | | P |
|---------------|---------|-----------|-------|------------|--------------|
| | media | desv. típ | media | desv. típ. | |
| Retropié ext. | 6,02 | 3,20 | 5,09 | 3,46 | 0,243 |
| Retropié int. | 10,52 | 3,04 | 7,36 | 3,39 | 0,000 |
| Mediopié ext. | 7,01 | 3,36 | 6,25 | 2,45 | 0,300 |
| Mediopié int. | 2,03 | 1,67 | 4,25 | 1,68 | 0,000 |
| Antepié int. | 6,22 | 4,06 | 7,78 | 3,73 | 0,113 |
| Antepié medio | 5,97 | 3,44 | 5,01 | 2,75 | 0,217 |
| Antepié ext. | 6,58 | 3,76 | 6,61 | 3,11 | 0,978 |
| Primer dedo | 2,55 | 3,33 | 3,06 | 3,12 | 0,331 |
| 2°-5° dedos | 0,26 | 0,51 | 0,31 | 0,47 | 0,461 |

| Variable | Control | | Down | | P |
|---------------|---------|-----------|-------|------------|--------------|
| | media | desv. típ | media | desv. típ. | |
| Retropié ext. | 7,34 | 3,46 | 6,42 | 3,29 | 0,278 |
| Retropié int. | 9,03 | 3,21 | 8,67 | 3,32 | 0,666 |
| Mediopié ext. | 6,71 | 4,01 | 5,69 | 2,42 | 0,220 |
| Mediopié int. | 1,87 | 2,25 | 4,74 | 2,25 | 0,000 |
| Antepié int. | 4,45 | 3,64 | 7,86 | 3,37 | 0,000 |
| Antepié medio | 6,11 | 3,92 | 5,39 | 2,70 | 0,393 |
| Antepié ext. | 6,48 | 4,01 | 5,36 | 2,69 | 0,192 |
| Primer dedo | 2,01 | 3,00 | 2,81 | 2,79 | 0,053 |
| 2°-5° dedos | 0,46 | 0,84 | 0,62 | 0,86 | 0,302 |

Tabla 4 (arriba, pie izquierdo - abajo, pie derecho). Presión máxima normalizada por el IMC (kPa/kg/m²) en las zonas en que se ha dividido la planta del pie, en estática bipodal, en el grupo control y en el grupo con Síndrome de Down

| Variable | Derecho | | | | | Izquierdo | | | | |
|----------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | control | | down | | <i>p</i> | control | | down | | <i>p</i> |
| | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | |
| Antepié | 24,42 | 6,17 | 27,77 | 5,18 | 0,021 | 20,21 | 6,79 | 24,73 | 5,47 | 0,004 |
| Retropié | 30,01 | 8,39 | 22,21 | 5,59 | 0,000 | 25,36 | 5,26 | 24,99 | 5,89 | 0,795 |

Tabla 5. Distribución porcentual (%) de la carga en estática bipodal entre la parte anterior y posterior de cada pie, en el grupo control y en el grupo con Síndrome de Down

| Variable | Control | | Down | | <i>p</i> |
|---------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | <i>Media</i> | <i>desv. típ.</i> | |
| Retropié ext. | 12,97 | 6,63 | 10,73 | 5,27 | 0,294 |
| Retropié int. | 23,09 | 6,92 | 15,87 | 4,94 | 0,000 |
| Mediopié ext. | 14,95 | 6,43 | 14,35 | 5,53 | 0,689 |
| Mediopié int. | 4,38 | 3,43 | 10,00 | 4,78 | 0,000 |
| Antepié int. | 12,85 | 7,43 | 17,08 | 8,08 | 0,032 |
| Antepié medio | 11,91 | 5,05 | 10,66 | 3,95 | 0,495 |
| Antepié ext. | 13,52 | 6,35 | 14,63 | 5,99 | 0,470 |
| Primer dedo | 5,73 | 7,18 | 5,92 | 5,23 | 0,401 |
| 2°-5° dedos | 0,59 | 1,02 | 0,74 | 1,15 | 0,619 |

| Variable | Control | | Down | | <i>p</i> |
|---------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | <i>media</i> | <i>desv. típ.</i> | |
| Retropié ext. | 17,36 | 8,97 | 13,25 | 4,82 | 0,112 |
| Retropié int. | 21,38 | 7,92 | 18,13 | 4,54 | 0,047 |
| Mediopié ext. | 14,80 | 7,44 | 12,05 | 4,09 | 0,071 |
| Mediopié int. | 4,14 | 4,08 | 10,02 | 3,74 | 0,000 |
| Antepié int. | 9,92 | 7,33 | 16,89 | 7,67 | 0,000 |
| Antepié medio | 12,72 | 5,71 | 11,10 | 3,84 | 0,185 |
| Antepié ext. | 13,91 | 6,62 | 11,51 | 5,04 | 0,156 |
| Primer dedo | 6,04 | 7,31 | 6,77 | 5,27 | 0,138 |
| 2°-5° dedos | 1,02 | 1,80 | 1,24 | 1,54 | 0,383 |

Tabla 6 (arriba, pie izquierdo - abajo, pie derecho). Distribución porcentual (%) de la presión en las 9 zonas en que se ha dividido la planta del pie, en estática bipodal, en el grupo control y el grupo con Síndrome de Down.

Discusión

Este estudio analiza las diferencias existentes en cuanto a la superficie y presiones que soporta el pie, en los niños/adolescentes con Síndrome de Down respecto a los niños/adolescentes no afectados de dicho síndrome, así como las posibles variaciones en la alineación del tobillo y la rodilla.

Para poder establecer las comparaciones se buscó un grupo control que tuviera unas características generales semejantes al grupo con Síndrome de Down. Se consiguió un grupo control con edad parecida respecto a los sujetos del grupo a estudio, mientras que en relación a la talla se obtuvieron valores medios menores en el grupo con Síndrome de Down, siendo significativo estadísticamente tanto en chicas como en chicos; hecho debido a que estos niños padecen un retraso en su desarrollo. En cuanto al peso, sus valores medios también fueron menores en el grupo con Síndrome de Down respecto al grupo control, resultando únicamente significativo en los chicos. Los datos anteriores conllevan a que el IMC, obtenido al relacionar ambas variables, no resultara significativo. En nuestro estudio, los niños pertenecientes al grupo con Síndrome de Down tenían un sobrepeso y obesidad menor de lo esperado en estos sujetos [14]. De esta forma en nuestro estudio la posibilidad de que el sobrepeso característico de los niños con Síndrome de Down, influyera en las variables estudiadas, tal y como postulan autores como AM Dowling et al. [15,16], se reduce de forma importante.

La mayor superficie plantar en el grupo con Síndrome de Down, estaría en relación con el pie plano. Cuanto más plano es un pie, mayor caída de la parte interna del pie existe, por lo tanto, más superficie de apoyo plantar. De esta forma la mayor superficie plantar de los niños con Síndrome de Down, confirma el pie plano [1], descrito en la bibliografía como el defecto ortopédico más frecuente en estos sujetos.

El pie plano en un alto porcentaje de casos conlleva un valgo de talón, al producirse el arrastre del retropié hacia dentro. El ángulo entre el eje de la tibia y el del retropié debe ser de 0°. Aunque, según algunos autores, como Astrom [17] y Mc Poil [18], se considera fisiológico un ángulo de hasta 5°. En nuestro estudio los valores medios obtenidos en el grupo con Síndrome de Down fueron superiores a los límites considerados como normales, siendo además significativos estadísticamente en el total de la muestra y por sexos. Cabe reseñar que numerosos autores, entre ellos Concolino et. al. [19], han

descrito que la hipotonía y la laxitud ligamentaria que tienen genéticamente determinada estos niños, son las responsables de anomalías a nivel del tobillo/pie entre las que se encuentran el pie plano y el valgo de talón, así como el metatarsus primus varus.

Las alteraciones en el apoyo plantar junto con las de la alineación en el plano frontal del tobillo, determinan a su vez variaciones en la alineación de la rodilla. Esto, junto con la laxitud ligamentaria y la hiperflexibilidad, explica el aumento del valgo fisiológico a nivel de la rodilla tanto en las chicas como en los chicos del grupo con Síndrome de Down [20].

Por otra parte, esta laxitud ligamentaria puede ser la responsable de la tendencia a un mayor recurvatum de rodilla en el grupo con Síndrome de Down, ya que se obtuvieron valores medios superiores que en el grupo control, aunque sin significación estadística.

La mayor superficie plantar puede influir en la menor presión media en todo el pie en el grupo con Síndrome de Down, ya que el peso se distribuye en esta superficie mayor. A pesar de la menor presión media en toda la planta del pie, al analizar las presiones máximas en las diferentes regiones en que se dividió la superficie plantar, se encontraron algunas zonas con mayores presiones en el grupo con SD; es decir, presentan una modificación en la distribución de las presiones plantares.

En cuanto a la zona del retropié, los resultados obtenidos en el grupo control avalan las teorías descritas por diferentes investigadores, como Viladot [5], en las que se expresa que es esta zona la que mayor peso soporta. Sin embargo, destaca que esta zona, tanto en su parte interna como externa, soportó menor carga en el grupo a estudio, siendo las diferencias estadísticamente significativas en la zona interna del retropié derecho. Es decir, existe un desplazamiento de la carga a la parte anterior en los niños con SD. De hecho, en la distribución de cargas dividiendo el pie en dos zonas, posterior y anterior, se observó que en general era mayor el porcentaje de carga en la parte anterior. A esta liberación de cargas en la parte posterior puede influir la diferente morfología de los pies de estos niños. Como hemos visto, es muy frecuente que tengan un pie plano, lo que implica una caída del arco longitudinal interno, y mayor apoyo de esta zona. De hecho, las presiones máximas a nivel del mediopié interno fueron significativamente mayores en el grupo con Síndrome de Down. Así, el porcentaje de carga en esta zona, que normalmente es muy pequeño, y que en el grupo control fue alrededor del 4%, en

el grupo con SD fue alrededor del 10% de la carga de todo el pie.

Debido a la caída de la parte interna del pie, también hubo una tendencia a mayores cargas en la zona interna del antepié, ya que los valores de presión medios en esta zona fueron mayores en los niños con SD, aunque con diferentes significaciones dependiendo del lado analizado. Esto hizo que se modificara la distribución de cargas en el antepié. Como ya se ha indicado, existen discrepancias en los diferentes estudios en cuanto a la distribución normal de cargas en el antepié [8,9,10,11]. En este estudio, en el grupo control, encontramos mayores porcentajes de carga en la zona media-lateral, mientras que en el grupo con SD, con desplazamiento de la carga hacia el interior del antepié, la zona interna recibió entre el 16 y el 18% de la carga total del pie, dependiendo del lado. Estos valores son muy superiores a los encontrados en las zonas media y externa del antepié.

Por último, respecto a la carga soportada por los dedos, no encontramos diferencias significativas entre los dos grupos. En ambos, y como se describe habitualmente [12,13], fue el primer dedo el que más carga recibió (entre el 5 y el 7% de la carga total del pie). El resto de los dedos prácticamente no soportaron ninguna carga (entre 0.5 y 1.5%).

Las modificaciones en las cargas que soporta la superficie plantar pueden ser causa de molestias junto con serios problemas a nivel postural y biomecánico, que pueden influir en su calidad de vida. Por ello, como también indican Diamond et al.[1], es muy importante realizar una valoración del pie en los sujetos con Síndrome de Down, para, así, poder determinar el tratamiento adecuado y poder evitar o disminuir la sintomatología debida a estos problemas.

En conclusión, en el grupo con SD, hay una mayor desviación en valgo del talón y de la rodilla, una tendencia al recurvatum de rodilla y existe un importante aumento de la superficie de apoyo plantar, relacionado con el pie plano que suelen presentar estos sujetos. En estática bipodal, este grupo presenta una tendencia a menores presiones medias en toda la superficie plantar y una modificación de la distribución porcentual de la carga, con una menor participación del retropié y mayor de las zonas internas del mediopié y antepié; es decir, hay un desplazamiento de la carga hacia la zona ántero-interna, que puede dar problemas, no sólo a ese nivel, sino también en niveles superiores.

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. **Diamond LS, Lynne D, Sigman B.** Orthopedic disorders in patients with Down's syndrome. *Orthop Clin North Am* 1981;12:57-71.
2. **Nakagawa H, Iinuma K.** Pothoelasticity study of feet in Down syndrome. *No To Hattatsu* 1991;23:435-439.
3. **Nakagawa H, Iinuma K. et. al.** Pothoelastic studies of the position of plantar pressure center and its changes at standing upright: analysis on Down syndrome. *No To Hattatsu* 1991;23:440-445.
4. **Morton D.** The human foot. New York: Columbia University Press, 1948.
5. **Viladot A.** Biomecánica: estática y exploración. En: Viladot A, editor. *Patología del antepié*. Barcelona, Toray, 1984. p.29-54.
6. **Barouk LS.** La femme et sa chaussure. En: Claustre J, Simon L, editores. *Le chaussege*. Paris : Masson, 1988. p.91-106.
7. **Arcan M, Brull MA.** A fundamental characteristic of the human body and foot-ground pressure pattern. *J Biomech* 1976;9:453-457.
8. **Rozeman D, Bauer G, Augat P, Claes L.** Calcaneal fractures cause a lateral load shift in Chopart joint contact stress and plantar pressure. *J Biomech* 1996;29:1435-1443.
9. **Arvikar R, Sereig A.** Pressure Distribution under the foot during static activities. *Eng Med* 1980;9(2):99-103.
10. **Martínez A, Pérez JM, Herrera A, Domingo J, Martínez J.** Tratamiento Ortopédico de las metatarsalgias y su valoración mediante baropodometría. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:456-462.
11. **Cavanagh P, Rodgers M, Lisboshi A.** Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle* 1987;7:262-276.
12. **Lavigne A, Noviel D.** Estudio clínico del pie y terapéutica por ortesis. Barcelona; Masson, SA, 1994.
13. **Hughes J, Clarck P, Klenerman L.** The importance of the toes in walking. *J Bone Joint Surg* 1993;72B:245-251.
14. **Barnhart RC, Connolly B.** Aging and Down syndrome: implications for physical therapy. *Phys. Ther.* 2007;87:1399-1406.

15. **Dowling AM, Steele JR, Baur LA.** Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes* 2001;25:845-852.
16. **Dowling AM, Steele JR, Baur LA.** What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int J Obes* 2004;28:1514- 1519.
17. **Aatröm M, Arvidson T.** Alignment and joint motion in normal foot. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;22:216-222.
18. **Mc Poil T, Cameron JA, Adrian MJ.** Anatomical characteristics of the talus in relation to forefoot deformities. *J Am Podiatr Med Assoc* 1987; 77:77-81.
19. **Concolino D. et. al.** Early detection of podiatric anomalies in children with Down Syndrome. *Acta Paediatr* 2006;95:17-20.
20. **Marck A. Caselli.** Biomechanical Management of children and adolescents with Down Syndrome. *J American Podiatr Med Assoc* 1991;119-127.