



ORIGINAL
Artículo en español

Rev Esp Podol. 2022;33(1):3-8
DOI: 10.20986/revesppod.2022.1589/2020

El tiempo de apoyo durante la marcha en relación con la edad infantil: estudio observacional descriptivo

Timing of foot stance in relation to the child's age: a descriptive observational study

María del Mar Jinés Viso¹ y Joaquín Páez Moguer²

¹Indalpodólogos. Almería, España. ²Departamento de Enfermería y Podología. Universidad de Málaga, España

Palabras clave:

Marcha, niños, marcha infantil, parámetros espaciotemporal, fase de apoyo, OptoGait®.

Keywords:

Gait, children, Children's Gait, Parameters Spatiotemporal, stance phase, OptoGait®.

Resumen

Objetivos: El ciclo de la marcha se divide en dos periodos: apoyo y oscilación. La duración prolongada del apoyo, el aumento del tiempo de doble apoyo o la base más amplia se consideran características de un equilibrio incompleto y marcha inmadura. El propósito de este estudio fue describir el tiempo de apoyo, obteniendo valores normales en niños y niñas de 7 a 12 años.

Pacientes y métodos: 139 niños de 7 a 12 años de edad fueron estudiados; los datos se obtuvieron los valores de tiempo de apoyo de la marcha mediante el sistema OptoGait® y se analizaron con SPSS®.

Resultados: Se mostraron los valores en tiempo y porcentaje de la fase de apoyo en cada grupo de edad estudiado, así como en grupos de 7 a 12 años y de 8 a 12 años. El tiempo de apoyo para el grupo de 7 años fue de 0.53 segundos (59 % del ciclo), de 8 años fue 0.56 segundos (61 %), de 9 años fue 0.59 segundos (61 %), de 10 años fue 0.58 segundos (60 %), de 11 años fue 0.6 segundos (61 %) y de 12 años fue 0.58 segundos (61 %).

Conclusiones: Se obtuvo una diferencia del tiempo de apoyo a medida que varía la edad. Los niños de 7 años no se encuentran dentro de un tiempo cercano a la media. A partir de los 8 años el tiempo de apoyo es similar a los niños de mayor edad.

Abstract

Objective: A gait cycle is divided into two periods: stance and oscillation. Prolonged stance duration increased double stance time, or wider base are considered characteristic of incomplete balance and therefore immature gait. The purpose of this study was to describe the support time, obtaining normal values in boys and girls aged 7 to 12 years, observing the relationship with the maturation of the gait pattern.

Patients and methods: 139 children from 7 to 12 years of age were studied, from which the data were obtained for the time of support of the gait with the OptoGait® system and were analyzed with SPSS®.

Results: The values in time and percentage of the support phase were shown in each age group studied, as well as in groups from 7 to 12 years old and from 8 to 12 years old: 7 years 0.53 seconds (sec) and 59 %, 8 years 0.56 sec and 61 %, 9 years 0.59 sec and 61 %, 10 years 0.58 sec and 60 %, 11 years 0.6 sec and 61 %, 12 years 0.58 sec and 61 %. The support time in the group from 7 to 12 years old was 0.57 sec and in the group from 8 to 12 it was 0.59 sec.

Conclusions: A difference in stance time has been obtained as age varies. 7-year-olds are not close to the mean time. From the age of 8 the stance time is like that of older children.

Recibido: 26-09-2020

Aceptado: 21-03-2022



0210-1238 © Los autores. 2022.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Correspondencia:

María del Mar Jinés Viso
mjines18alm@gmail.com

Introducción

La deambulación supone una secuencia repetitiva de movimientos de la extremidad inferior para desplazar de forma simultánea el cuerpo hacia delante mientras se mantiene la estabilidad, debido a que cada secuencia implica una serie de interacciones entre las dos extremidades y es necesario la identificación de los sucesos que tienen lugar durante la marcha. Una sola secuencia de estas funciones en una extremidad se denomina ciclo de la marcha¹. Cada ciclo de la marcha se divide en dos periodos: apoyo y oscilación. Apoyo es el término para designar todo el periodo durante el cual el pie está sobre el suelo y comienza con el contacto inicial. La palabra oscilación se aplica al tiempo en el que el pie está en el aire para el avance de la pierna, y comienza cuando el pie se eleva del suelo. A su vez, estos periodos se dividen en ocho fases, cinco fases corresponden al periodo de apoyo y tres para el periodo de oscilación¹.

La distribución general normal de los periodos de contacto con el suelo en la marcha adulta se aproxima a un 60 % para el apoyo y a un 40 % para la oscilación. Sin embargo, la duración exacta de estos intervalos del ciclo de la marcha varía con la velocidad de deambulación de la persona. A una velocidad normal (1,32 m/s), los periodos de apoyo y oscilación representan respectivamente el 62 y el 38 % del ciclo de la marcha, mientras que en cada intervalo de doble apoyo es del 12 % del mismo. La duración de ambos periodos de la marcha muestran una relación inversa con la velocidad de deambulación. La deambulación más rápida alarga el soporte monopodal y acorta los intervalos de doble apoyo¹.

Durante los primeros años de vida los seres humanos aprenden a caminar instintivamente, experimentando con su propio cuerpo hasta que encuentran un estilo de caminar individual². La marcha es un patrón complejo, pero inconsciente, que forma parte de la identidad humana y que presenta varios factores modificables extrínsecos e intrínsecos. A pesar de la naturaleza individual de la marcha existen suficientes similitudes para desarrollar un patrón característico³. Las modificaciones de la marcha se han estudiado para comprender la maduración de la dinámica durante el crecimiento de los niños⁴. En este sentido, es importante generar una base de datos de referencia para comparar los cambios a lo largo de los tiempos de apoyo, describiendo valores normativos en el desarrollo saludable para comparar si por el contrario es inmaduro, o influye una patología o lesión⁵.

Varios estudios han publicado datos de referencia sobre patrones de la marcha en niños de varios países^{3,5,6}, concluyendo que las diferencias antropométricas entre países, y especialmente entre continentes, podía ser la consecuencia de las diferencias significativas en los parámetros espaciotemporales de la marcha⁵. La madurez de la cinética de la marcha normal en los niños ha sido estudiada con el fin de vincular los cambios de la marcha en el tiempo con la marcha adulta⁵. En general, la marcha se considera madura alrededor de los 7 u 8 años^{2,7}. Sin embargo, otros estudios han sugerido que las características de la marcha inmadura se conservan durante la infancia tardía y adolescencia temprana^{3,8}. Parámetros como el tiempo de apoyo maduran en mujeres alrededor de los 14 años y en hombres alrededor de los 18 años⁸. Por tanto, la maduración de la marcha continúa mucho después de la infancia⁴.

Muy pocos estudios han evaluado los parámetros espaciotemporales de la marcha con este sistema en población escolar⁹. En los

estudios anteriores^{2,5,10-12} se analizó un número de muestra pequeño y los datos se obtuvieron usando cinta de correr con velocidades auto-seleccionadas, lo cual no se considera natural, ya que su superficie es inestable y se necesita un periodo de adaptación. No obstante, según un reciente estudio se ha descrito una confiabilidad y sensibilidad significativa de un sistema de cinta de correr para el estudio de los parámetros espaciotemporales en niños¹². El propósito de este estudio fue describir el parámetro espaciotemporal denominado tiempo de apoyo, obteniendo posibles valores normales en niños y niñas de 7 a 12 años, de peso saludable, evitando así posibles dispersiones de este parámetro por el sobrepeso, observando la relación con la maduración del patrón de la marcha.

Pacientes y métodos

Población de estudio

La recogida de datos en los cuales se basa este estudio piloto la realizaron los 2 autores del artículo en diferentes colegios de Málaga capital, de diciembre de 2017 a septiembre de 2018.

Se examinó a 231 escolares (118 niños, 113 niñas), de 6 a 12 años. Los criterios de inclusión para la elección de los participantes en el estudio piloto fueron: tener entre 7 y 12 años, no presentar enfermedades sistémicas agudas como cardiovasculares, neurológicas o músculo esqueléticas, y los niños cuyo percentil del BMI por edad estuviera en un rango de 5 hasta por debajo del percentil 85, indicando que la muestra presentaba un peso saludable según el Instituto de Investigación sobre el Crecimiento y Desarrollo de Bilbao.

Los criterios de exclusión fueron: lesión reciente en la extremidad inferior y la espalda, alteraciones en los huesos del pie, flexión dorsal de tobillo < 10°, pie plano infantil, tratamiento quirúrgico del pie o la parte inferior de la pierna, o cualquier condición genética, neurológica o muscular que condicionara la marcha del paciente.

Se calculó el tamaño de muestra ideal para este tipo de estudio, obteniendo que la muestra mínima recomendada para su realización es de 200 participantes, para una población de 15.000 (muestra estándar, cambiabile a cualquier población requerida), con una heterogeneidad del 50 %, para obtener una muestra con un nivel de confianza del 95 % y una aceptación de error del 5 %.

Medición de variables

Los parámetros espaciotemporales se midieron con el sistema OptoGait[®], el cual es un producto médico (MD número 467316/R del Directorio del Ministerio de Salud italiano) conforme a la Directiva 93/42/EEC, con la subsiguiente 2007/47/EC, fabricado por Microgate S.R.L. en Bolzano, Italia. Es un sistema portátil que requiere un tiempo mínimo de configuración y puede ser usado en la consulta de Atención Primaria. Se basa en unas series de células fotoeléctricas de alta densidad ubicadas a lo largo de barras transmisoras y receptoras (con 96 LED por metro y una resolución espacial de 1041)^{13,14}. El sistema consiste en un gran pasillo de diodos emisores y receptores de luz que se colocan paralelos entre sí y orientados perpendicularmente a la línea de progresión, permitiendo que el sistema OptoGait[®] detecte cualquier interrupción en la señal luminosa debido a la presencia del pie dentro del área de

grabación^{13,15}. Está validado para la evaluación de las fases de la marcha en entornos clínicos y de investigación, lo cual es esencial para determinar si una medida se debe realmente a un cambio en el patrón de la marcha en lugar de un error de medición informático¹⁴⁻¹⁶. La fiabilidad test-retest de OptoGait® en la evaluación de los parámetros de la marcha presenta un alto nivel de correlación que oscila entre 0.785 y 0.952. El coeficiente de variación de los valores de error fue bajo, desde 1.66 a 4.04, y todos los parámetros presentaron un error estándar de medición entre 2.17 y 5.96, lo que indica una gran fiabilidad¹⁵.

Para la recopilación del examen, se utilizó una pasarela instrumentada de cinco metros, formada por cinco barras de transmisión y cinco barras de recepción, con una separación de 120 cm. Cada barra (100 cm × 8 cm) contiene 96 emisores de luz a 3 mm del suelo. Los sensores ópticos funcionan a una frecuencia de 1000 Hz, con una precisión de 1 cm, para detectar los parámetros espaciotemporales. El software utilizado fue OptoGait® v.1.11.1.0, cuya precisión fue calibrada y verificada, ofreció una medición exhaustiva y fiable de los parámetros espaciotemporales del ciclo de la marcha.

Se consideró el contacto inicial (Fase 1): el tiempo desde el contacto inicial (se necesita considerar 1 LED activado) hasta el pie plano (la cantidad de LED activados permanece estable "#2 LED"); medio apoyo (Fase 2): tiempo desde el pie plano hasta el despegue inicial. Durante esta fase, el número de LED permanece estable "#1 LED. Esta fase termina cuando el talón despegue del suelo y la cantidad de LED se reduce ≥ 2 . Propulsión (Fase 3): tiempo desde el despegue inicial (la cantidad de LED se reduce ≥ 2) hasta el despegue (cuando el antepié se eleva) y el número de LED es 0).

Tras la recopilación de datos, se volvió a filtrar el software OptoGait® (filtro Gait IN y OUT) con ocho configuraciones de filtro más (es decir, 1_1, 2_2, 3_3, 3_4, 4_4, 4_5, 5_4 y 5_5). Junto con la configuración predeterminada (es decir, 0_0), se tuvo en cuenta un total de 9 configuraciones de filtro para la recogida de datos.

Procedimiento

La obtención de los datos generados por OptoGait® se llevó a cabo por los mismos dos investigadores que realizaron la toma de datos de la Universidad de Málaga, que entrevistaron de manera individual a los pacientes para obtener los datos del estudio. Los datos demográficos se llevaron a cabo en una zona donde se midió la altura y el peso de los niños (peso al 0.05 kg más cercano usando balanzas digitales calibradas de Pegaso Gessate®, Italy por Gima s.p.a.).

Los parámetros de la marcha se evaluaron utilizando el protocolo para la prueba de confiabilidad de OptoGait®. La confiabilidad entre examinadores prueba-prueba de OptoGait® presenta una buena correlación, que varía de 0.785 a 0.952. El coeficiente de variación de error fue bajo, desde 1.66 a 4.06 %, y todos los parámetros tenían errores de medición estándar entre 2.17 y 5.96 %, lo que indica una gran fiabilidad¹⁶.

Antes de comenzar de la recopilación de datos, los niños realizan un ensayo de familiarización durante cinco minutos. Se les pidió que caminaran de forma natural, mirando hacia adelante, con las manos fuera de los bolsillos y usando ropa ligera y cómoda. Cuando los niños comenzaron a caminar, los investigadores seleccionaron el pie del primer paso dentro de las barras en el software OptoGait®. Después de recibir instrucciones de caminar lentamente a una velo-

cidad autoseleccionada, los niños caminaron desde un punto inicial (a dos metros de la barra inicial) y se detuvieron en un punto final (a dos metros detrás de la última barra, para minimizar los efectos de la aceleración y la desaceleración). Después de esto, se les indicó que se dieran la vuelta y volvieran al punto de inicio.

Se produjo un intervalo de tres minutos entre las evaluaciones individuales para transmitir los datos, así como para prepararse para la próxima evaluación. Solo los pasos en las áreas del sensor se incluyeron en el análisis.

El registro de seis a ocho zancadas se considera como válido para obtener datos significativos en adultos (definidos como intervalos de confianza del 95 % dentro del 5 % de error)¹⁶, sin embargo, en niños se midieron diez zancadas. Tras tres repeticiones se obtuvieron los datos.

Análisis de datos

En este estudio piloto se ha realizado un análisis de la edad de la población con respecto al tiempo de la fase de apoyo. Se obtuvo el porcentaje (% tiempo contacto con respecto al total del ciclo de la marcha) al que equivale el tiempo de apoyo en segundos, mediante la fórmula tiempo de apoyo * 100 / tiempo de paso. Se realizó un cálculo mediante porcentajes simples del periodo de apoyo junto con la media en segundos y la desviación estándar de los datos obtenidos. Igualmente se calculó la media y la desviación estándar de las variables antropométricas de la muestra. Los datos estadísticos en los cuales se basa este trabajo fueron realizados por SPSS® version 25 (IBM Corp. Armonk, NY).

Resultados

Se realizó un cribado según los criterios anteriores, obteniendo una muestra de investigación para este estudio piloto a 139 niños escolares, de los cuales 45 niños tienen 7 años, 3 niños 8 años, 31 niños 9 años, 34 niños 10 años, 21 niños 11 años y 5 tienen 12 años. Se indica la proporción de niñas y niños en cada grupo de edad, aunque no se realizó una separación por género para el estudio, ya que la bibliografía actual indica que no existe diferencia significativa de los parámetros espaciotemporales según el sexo en niños^{3,17} (Tabla I).

Se obtuvo un tiempo medio de la fase de apoyo en niños de 7 años de 0.53 segundos (SD = 0.062), así como su porcentaje medio correspondiente al ciclo de la marcha $59 \% \pm 0.22$; un tiempo medio de 0.56 segundos (SD = 0.031), lo que corresponde al $61 \% \pm 0.015$ del ciclo de la marcha en niños de 8 años; un tiempo medio de 0.59 segundos (SD = 0.061) correspondiéndose al $61 \% \pm 0.018$ del ciclo de la marcha en niños de 9 años; un tiempo medio de 0.58 segundos ± 0.054 , el cual corresponde al $60 \% \pm 0.027$ del ciclo de la marcha en niños de 11 años un tiempo medio de 0.6 segundos ± 0.044 correspondiendo al $61 \% \pm 0.022$ del ciclo de la marcha. Por último, niños de 12 años con un tiempo de apoyo medio de 0.58 segundos ± 0.073 con una media del $61 \% \pm 0.046$ del total ciclo de la marcha (Tabla II).

Además, se analizó el tiempo medio de la fase de apoyo de toda la muestra estudiada 7 a 12 años de edad, siendo 0.57 segundos ± 0.063 correspondiendo a una media del $60 \% \pm 0.024$ del total del ciclo de la marcha y en niños de 8 a 12 años 0.59 segundos ± 0.055 y al $61 \% \pm 0.024$ del ciclo de la marcha (Tabla II).

Tabla I. Demografía del sujeto por grupo de edad [media (DS)] (n = 139).

Edad (años)	Género	n	n total	Peso (kg)	Altura (m)	BMI	Percentil
7	Femenino	20	45	24.52	1.2	16.74	45.24
	Masculino	25		± 3.29	± 0.06	± 1.36	± 19.54
8	Femenino	3	3	27.27	1.24	17.64	17.64
	Masculino	0		± 3.89	± 0.06	± 1.27	± 16.86
9	Femenino	18	31	32.09	1.32	18.29	18.29
	Masculino	13		± 5.13	± 0.07	± 1.95	± 24.25
10	Femenino	20	34	35.04	1.4	19.71	17.71
	Masculino	14		± 7.70	± 0.09	± 2.14	± 22.25
11	Femenino	7	21	43	1.47	19.89	19.89
	Masculino	14		± 6.70	± 0.08	± 2.02	± 20.13
12	Femenino	0	5	40.76	1.5	18.1	18.09
	Masculino	5		± 5.34	± 0.09	± 0.89	± 9.50

Tabla II. Fase de apoyo por grupos de edad (media ± DS).

Edad (años)	n	Fase apoyo (sg)	Fase apoyo (%)
7	45	0.53 ± 0.062	59 % ± 0.022
8	3	0.56 ± 0.031	61 % ± 0.015
9	31	0.59 ± 0.061	61 % ± 0.018
10	34	0.58 ± 0.054	60 % ± 0.027
11	21	0.60 ± 0.044	61 % ± 0.022
12	5	0.58 ± 0.073	61 % ± 0.046
7-12	139	0.57 ± 0.063	60 % ± 0.024
8-12	94	0.59 ± 0.055	61 % ± 0.024

Discusión

El hallazgo principal encontrado en el estudio fue el aumento del tiempo de apoyo con respecto al aumento de edad de los grupos estudiados y la normalización de la media de la población estudiada a partir de los 8 años de edad.

Se acepta que la maduración del control del equilibrio es otro factor que contribuye a la maduración de la marcha^{10,17}. Las características de una marcha inmadura, como la duración prolongada del apoyo, el aumento del tiempo de doble apoyo o la base más amplia, se consideran además características de un equilibrio incompleto y, por tanto, una marcha inmadura^{4,7,10,18}. La obesidad y el sobrepeso interfieren con los procesos dinámicos de la marcha, modificando los parámetros espaciotemporales y generando un patrón de marcha característico^{9,19}. Sin embargo, otros autores defienden que no son significativas las diferencias en la mayoría de los parámetros espaciotemporales, limitándose al aumento del ancho de paso y la duración del apoyo^{20,21}. El ciclo de la marcha implica un estado de desequilibrio y los niños con sobrepeso tienden a pasar más tiempo en doble apoyo

que los de peso normal debido a la disminución de su estabilidad y equilibrio^{9,11,22,23}.

Los métodos simples, como la observación visual sola o combinada con grabaciones de cronómetros, se han utilizado tradicionalmente para evaluar las características de la marcha en entornos clínicos. Sin embargo, dado que estos métodos de evaluación son muy arbitrarios y presentan una validez cuestionable, se han desarrollado instrumentos de medición sofisticados que proporcionan datos de marcha válidos y fiables de los parámetros espaciotemporales. Muchos de estos sistemas utilizados para medir los parámetros de la marcha espaciotemporal no son fáciles de transportar y requieren un área grande para la medición^{11,12}.

En la literatura encontramos que la distribución genérica normal de los periodos de apoyo con el suelo se aproxima a un 60 % para el apoyo. Sin embargo, la duración exacta de estos intervalos del ciclo de la marcha varía con la velocidad de deambulación de la persona¹. La media de la muestra de nuestro trabajo es del 60 %, correspondiéndose con la distribución genérica normal, aunque apreciamos que el único de edad que no presenta dicho porcentaje o mayor es el correspondiente a los 7 años, siendo del 59 %. La tendencia general es un aumento del tiempo de apoyo con la edad, sin embargo, en el estudio se describe un descenso en niños de 12 años, el cual se debe a un valor disperso y a una muestra muy pequeña, por lo que este valor presenta la mayor desviación SD = 0.073.

La bibliografía existente describe la velocidad como indicador de la maduración de la marcha en niños, la cual se estabiliza a los 8 años¹⁰. En nuestro estudio el tiempo de apoyo de los niños de 8 años presenta un valor cercano a la media grupal; teniendo en cuenta los resultados citados anteriormente, se podría deducir que tanto la velocidad como el tiempo de apoyo siguen una tendencia de maduración hasta los 8 años. Resultados similares han sido obtenidos en Thevenon y cols.³, en los que se indica que los parámetros espaciales (velocidad, paso y longitud de zancada) aumentaron regularmente con el avance de la edad. Todos los parámetros temporales (excepto el soporte doble) diferían significativamente ($p < 0.05$) al comparar los niños de 6 o 7 años con el grupo de 9 años y mayores. Un pequeño número de

parámetros temporales (cadencia, tiempo de paso, tiempo de ciclo y tiempo de postura) mostraron diferencias significativas al comparar el grupo de 7 años con los grupos mayores. No hubo diferencias significativas entre los grupos al comparar los 8 años y los grupos mayores.

Estos resultados contrastan con el artículo de Froehle y cols.⁸, que presenta una fuerte evidencia de que los parámetros de la marcha continuarán madurando durante la infancia tardía y la adolescencia temprana, mientras la extremidad inferior continúa alargándose. Describe una edad de maduración mucho más tardía para los siguientes parámetros espacio-temporales para niños y niñas, respectivamente, destacando que entre estos parámetros no se incluye el tiempo de apoyo o la velocidad.

Sin embargo, los hallazgos de este estudio no apoyan las conclusiones obtenidas en anteriores investigaciones, cuyos resultados sobre los parámetros espaciotemporales fueron similares entre los dos grupos de edad (6 a 8 años y 9 a 11 años) y cuando se analizó año por año. Los valores cinéticos articulares mostraron diferencias significativas para la rotación de la cadera, lo que indica que los niños mayores tenían más rotación externa que los niños más pequeños, sugiriendo que los niños de 6 años presentan una cinética igual de madura que los niños de 11 años en cuanto a los parámetros de velocidad, cadencia, longitud paso y longitud de zancada¹⁷.

Samson y cols.⁴ indican una inmadurez del poder articular entorno a los 6 años, ya que la articulación de la cadera y rodilla describen un patrón de marcha dinámico que todavía era inmaduro a los 6 años aproximadamente. Por lo que si en torno a esta edad los patrones articulares no han madurado, difícilmente vamos a encontrar una marcha adulta. Sin embargo, en nuestro estudio, el menor tiempo de apoyo se encuentra en la población de 7 años, exceptuando los niños de 12 años que presentan una desviación típica mayor. Se realizó un análisis de la población excluyendo a los niños de 7 años observándose que el tiempo medio de apoyo aumentaba y la desviación disminuía. Estos datos sugieren que los niños de 7 años aún no presentan una marcha completamente desarrollada o normalizada.

Si profundizamos más en la bibliografía, Lythgo y cols.⁶ describen un tiempo de apoyo en porcentaje para niños de 5.7 años hasta los 19.7 años. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio, ya que se observó un aumento del tiempo de apoyo al aumentar la edad. La interpretación de los datos se complica, puesto que en el trabajo de Quin y cols.⁵ se obtiene una desviación estándar mayor y su porcentaje no sigue un patrón al alza con respecto a la edad en su análisis del tiempo de apoyo en niños de 6 a 7 años.

En conclusión, se ha obtenido una diferencia del tiempo de apoyo a medida que varía la edad, al igual que se describe en la literatura encontrada. En este estudio se refleja que los niños de 7 años presentan un tiempo de apoyo muy alejado del tiempo medio estudiado para la muestra total, lo que demuestra que, usando dicho parámetro espaciotemporal para analizar la evolución de la marcha, los niños de 7 años no se encuentran dentro de un tiempo cercano a la media y, por tanto, a la maduración de la marcha. Por otro lado, a partir de los 8 años el tiempo de apoyo es similar a los niños de mayor edad, pudiéndose deducir que a esta edad, y teniendo en cuenta el parámetro de tiempo de apoyo la marcha, sigue un patrón maduro. De cara a futuras publicaciones se podría aumentar esta muestra de estudio, siendo homogéneo en número de participantes de cada grupo de edad para observar si los datos siguen corroborando o sin embargo desmienten lo que se manifiesta aquí.

Declaración ética

Los padres o tutores de los niños fueron informados previamente sobre las características del estudio y firmaron el consentimiento para la participación de sus hijos. Este estudio se llevó a cabo de acuerdo con las disposiciones pertinentes de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga (CEUMA 91/2016-H) (España).

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses relevante con la realización del presente estudio.

Financiación

Ninguna.

Bibliografía

- Perry J, Burnfield JM (eds.). Análisis de la marcha. Función normal y patológica. 2.ª ed. Barcelona: Editorial Base; 2015.
- Kraan CM, Tan AHJ, Cornish KM. The developmental dynamics of gait maturation with a focus on spatiotemporal measures. *Gait Posture*. 2017;51:208-17. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.10.021.
- Thevenon A, Gabrielli F, Lepvrier J, Faupin A, Allart E, Tiffreau V. Collection of normative data for spatial and temporal gait parameters in a sample of French children aged between 6 and 12. *Ann Phys Rehabil Med*. 2015;58(3):139-44. DOI: 10.1016/j.rehab.2015.04.001.
- Samson W, Van Hamme A, Desroches G, Dohin B, Dumas R, Chèze L. Bio-mechanical maturation of joint dynamics during early childhood: Updated conclusions. *J Biomech*. 2013;46(13):2258-63. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2013.06.017.
- Quin I, Rodri G, Moreno-herna A, Pe Al. Temporal and spatial gait parameters analysis in non-pathological Mexican children. *Gait Posture*. 2010;32(1):78-81. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.010.
- Lythgo N, Wilson C, Galea M. Basic gait and symmetry measures for primary schoolaged children and young adults. II: Walking at slow, free and fast speed. *Gait Posture*. 2011;33(1):29-35. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.09.017.
- Sala DA, Cohen E. Gait component changes observed during independent ambulation in young children. *Indian J Pediatr*. 2013;80(5):397-403. DOI: 10.1007/s12098-012-0926-2
- Froehle AW, Nahhas RW, Sherwood RJ, Duren DL. Age-related changes in spatiotemporal characteristics of gait accompany ongoing lower limb linear growth in late childhood and early adolescence. *Gait Posture*. 2013;38(1):14-9. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.10.005.
- Montes-Alguacil J, Páez-Moguer J, Jiménez-Cebrián AM, Muñoz BÁ, Gijón-Noguerón G, Morales-Asencio JM. The influence of childhood obesity on spatiotemporal gait parameters. *Gait Posture*. 2019;71:69-73. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.03.031.
- Müller J, Müller S, Baur H, Mayer F. Intra-individual gait speed variability in healthy children aged 1-15 years. *Gait Posture*. 2013;38(4):631-6. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.02.011.
- Blakemore VJ, Fink PW, Lark SD, Shultz SP. Mass affects lower extremity muscle activity patterns in children's gait. *Gait Posture*. 2013;38(4):609-13. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.02.002.
- McSweeney SC, Reed LF, Wearing SC. Reliability and minimum detectable change of measures of gait in children during walking and running on an instrumented treadmill. *Gait Posture*. 2020;75:105-8. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.10.004.
- Healy A, Linyard-Tough K CN. Agreement Between the Spatiotemporal Gait Parameters of Healthy Adults From the OptoGait System and a Traditional Three-Dimensional Motion Capture System. *J Biomech Eng*. 2019; 141(1). DOI: 10.1115/1.4041619.
- Lienhard K, Schneider D, Maffioletti NA. Medical Engineering & Physics Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters. *Med Eng Phys*. 2013;35(4):500-4. DOI: 10.1016/j.medengphy.2012.06.015.
- Lee MM, Song CH, Lee KJ, Jung SW, Shin DC, Shin SH. Concurrent validity and test-retest reliability of the OPTOGait photoelectric cell system for the

- assessment of spatiotemporal parameters of the gait of young adults. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(1):81-5. DOI: 10.1589/jpts.26.81.
16. Gomez Bernal A, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME. Reliability of the OptoGait portable photoelectric cell system for the quantification of spatial-temporal parameters of gait in young adults. *Gait Posture.* 2016;50:196-200. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.035.
 17. Smith Y, Louw Q, Brink Y. The three-dimensional kinematics and spatiotemporal parameters of gait in 6–10-year-old typically developed children in the Cape Metropole of South Africa - a pilot study. *BMC Pediatr.* 2016;16(1):200. DOI: 10.1186/s12887-016-0736-1.
 18. Müller S, Carlsohn A, Müller J, Baur H, Mayer F. Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years: A cross-sectional study. *Gait Posture.* 2012;35(3):389-94. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2011.10.357.
 19. Shultz SP, Hills AP, Sitler MR, Hillstrom HJ. Body size and walking cadence affect lower extremity joint power in children's gait. *Gait Posture.* 2010;32(2):248-52. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2010.05.001.
 20. Molina-Garcia P, Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Esteban-Cornejo I, Mora Gonzalez J, Rodriguez-Ayllon M, et al. A systematic review on biomechanical characteristics of walking in children and adolescents with overweight/obesity: Possible implications for the development of musculoskeletal disorders. *Obes Rev.* 2019;20(7):1033-44. DOI: 10.1111/obr.12848.
 21. Cimolin V, Cau N, Sartorio A, Capodaglio P, Galli M, Tringali G, et al. Symmetry of Gait in Underweight, Normal and Overweight Children and Adolescents. *Sensors (Basel).* 2019;19(9):2054. DOI: 10.3390/s19092054.
 22. Dufek JS, Currie RL, Gouws PL, Candela L, Gutierrez AP, Mercer JA, et al. Effects of overweight and obesity on walking characteristics in adolescents. *Hum Mov Sci.* 2012;31(4):897-906. DOI: 10.1016/j.humov.2011.10.003.
 23. Clark CCT, Barnes CM, Holton M, Summers HD, Stratton G. Profiling movement quality and gait characteristics according to body-mass index in children (9– 11 y). *Hum Mov Sci.* 2016;49:291-300. DOI: 10.1016/j.humov.2016.08.003.