

## DIFERENCIAS EN EL PATRÓN DE MARCHA DE POBLACIÓN PEDIÁTRICA CON MIELOMENINGOCELE RESPECTO A POBLACIÓN NO PATOLÓGICA

Carolina Redondo Galán, Ángel Gil Agudo, Isabel Sinovas-Alonso, Ana de los Reyes Guzman,  
Diana Herrera-Valenzuela, Hospital Nacional de Paraplégicos, España,  
(carolinarg2005@yahoo.es, amgila@sescam.jccm.es, msinovas@sescam.jccm.es,  
adlos@sescam.jccm.es, dherrerav@externas.sescam.jccm.es)

### Resumen

*Introducción:* El mielomeningocele es una malformación congénita del tubo neural. El objetivo principal de su tratamiento es preservar la capacidad del niño para caminar, siendo clave fundamental para ello, la realización de un estudio biomecánico de marcha. El objetivo del presente estudio es describir e identificar los parámetros cinemáticos de la marcha que caracterizan a la población infanto-juvenil con mielomeningocele, a través de una comparación respecto a población con marcha no patológica.

*Métodos:* Se analizaron cinco niños con mielomeningocele (nivel L3, ASIA C-D) y un grupo control formado por 83 niños sin alteraciones de marcha. Se realizó un estudio de marcha y se describieron las curvas cinemáticas, comparándose entre los dos grupos.

*Resultados:* Se observa un aumento de la flexión de ambas caderas en el momento previo al despegue, y un aumento en la flexión de ambas rodillas en la fase de respuesta a la carga.

*Conclusiones:* Los pacientes con mielomeningocele presentan alteraciones cinemáticas en el ciclo de marcha, que se caracterizan por disminución de la excursión articular de rodilla, basculación anterior de pelvis, flexión de cadera aumentada y rotación de pelvis provocada por rotación del tronco. Los estudios de marcha permiten orientar los diferentes tratamientos para mejorar la situación funcional de estos pacientes.

### Abstract

*Background:* Myelomeningocele is a congenital malformation of the neural tube. The main objective of its treatment is to preserve the child's ability to walk. The realization of a biomechanical gait analysis is fundamental to guide the treatment. The objective of this study is to describe and identify the kinematic parameters of gait that characterize the infant-juvenile population with myelomeningocele, through a comparison with respect to the population with non-pathological gait.

*Methods:* Five children with myelomeningocele (L3 level, ASIA C-D) and a control group of 83 children without gait abnormalities were analyzed. A gait analysis was performed and kinematic variables were described and compared between the two groups.

*Results:* An increase in flexion of both hips was observed in the moment prior to take-off, and an increase in flexion of both knees in the load response phase.

*Conclusions:* Patients with myelomeningocele present kinematic alterations, characterized by decreased knee joint excursion, anterior pelvis tilting, increased hip flexion and pelvis rotation caused

by trunk rotation. Gait studies help to guide the different treatments to improve the functional status of these patients.

**Palabras clave:** mielomeningocele, patrón de marcha, estudio biomecánico de la marcha

**Key words:** myelomeningocele, walking act, gait analysis

## **1. Introducción**

Las malformaciones congénitas del tubo neural abarcan un amplio espectro de alteraciones secundarias a una modificación en el desarrollo de estructuras nerviosas, dentro de las cuales se encuentra el mielomeningocele, que consiste en la falta de fusión de los arcos vertebrales, con saco meníngeo visible y tejido nervioso en interior. Su etiología es multifactorial y poligénica. La incidencia es variada según el país (1-2 casos/1000 nacidos vivos), mayor en sexo femenino. A nivel clínico conlleva mielodisplasia con déficit neurológico, siendo de localización dorsolumbar/lumbar en más del 50%, lumbosacro en 25% y cervical/dorsal en 10% (Aparicio, 2008). Sus manifestaciones clínicas dependen del nivel de lesión y consisten en diversos grados de paraplejía flácida-arrefléxica, alteraciones de sensibilidad (táctil/dolorosa) y trastornos de esfínteres (disfunción vesical/incontinencia fecal) (Sánchez, 2018). Dada su variabilidad, para planificar el abordaje terapéutico se establecen diferentes objetivos a lo largo de las etapas de crecimiento del niño, dirigidos a que éste interactúe con el medio de forma normalizada para su edad. El objetivo principal es preservar la capacidad para caminar mediante un tratamiento adecuado y la prescripción de ortesis, constituye uno de los pilares principales para conseguirlo. El nivel neurológico es el principal factor de elección de la ortesis (Espinosa, 2018).

## **2. Desarrollo**

### **2.1 Marco teórico**

Para el abordaje terapéutico, la evaluación biomecánica y de la marcha de grupos de pacientes con diferentes tipos de lesiones neurológicas se ha revelado como una herramienta importante para planificar tratamientos de rehabilitación, prescripción de ortesis, cirugía, administración de toxina botulínica y para valorar tanto la evolución de las alteraciones como la eficacia de los tratamientos. En el caso particular del mielomeningocele, la mayor parte de los estudios llevados a cabo en los que se analiza la marcha desde un punto de vista biomecánico se centran en los aspectos relacionados con los pacientes diagnosticados de mielomeningocele y/o en la valoración de la influencia de las ayudas técnicas en la marcha de los lesionados medulares incompletos. Algunos de los hallazgos más interesantes son: diferencias cinemáticas y cinéticas entre pacientes con niveles de lesión L4 y L5, con lo que los principios de actuación terapéutica podrían ser también distintos (Galli, 2002); el incremento de rotación e inclinación pélvicas, lo que conlleva un aumento del gasto energético al producir un desplazamiento del centro de masa (Duffi, 1996); y por último, la importancia de corregir la limitación de la movilidad articular en vez del grado de cobertura de la cadera en su acetábulo, para conseguir un patrón simétrico y eficaz de marcha, lo que implica el uso de tratamientos menos cruentos para combatir el flexo de cadera (Gabielli, 2003).

### **2.2 Planteamiento del problema**

En este sentido, en este trabajo se describen e identifican los parámetros cinemáticos de la marcha que caracterizan a la población infanto-juvenil con mielomeningocele, a través de una comparación respecto a la población con marcha no patológica.

### **2.3 Método**

Para ello se realizó un estudio retrospectivo observacional de la población infantil diagnosticada de mielomeningocele que realizó un estudio biomecánico de la marcha como parte de su seguimiento en el Hospital de Día del Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo desde enero de 2018 hasta Julio

de 2021. Se recogieron los datos de cinco pacientes con edades comprendidas entre los 7 y los 15 años, con nivel neurológico de la lesión L3 y severidad C o D en la escala AIS (Kirshblum, 2011) (ASIA Impairment Scale) (**Tabla 1**). Los registros a nivel cinemático se compararon respecto a los de un grupo control de 83 niños con edades comprendidas entre los 4 y 17 años, obtenidos del Gillette Children's Hospital (Schwartz, 2008). A todos los sujetos se les pidió que caminaran descalzos por un pasillo de 5 metros de longitud a una velocidad autoseleccionada mientras se registraban datos cinemáticos utilizando un sistema de fotogrametría Codamotion (CODA System.6, Charnwood Dynamics, Ltd, Reino Unido). Se colocaron 22 marcadores activos en los miembros inferiores y en la pelvis, sobre referencias anatómicas (Kadaba, 1989). Todos los tutores firmaron un consentimiento informado previo a la realización del estudio. Se registraron medidas antropométricas y se realizó una exploración física general de rutina antes del registro de datos. Se recopilaron cinco ensayos válidos para cada pie en cada paciente, y a partir de ellos se realizó el cálculo de las medias y desviaciones de cada sujeto.

Cada ciclo de marcha se definió como los eventos que ocurrieron entre dos contactos de talón consecutivos para cada extremidad y su ubicación temporal se expresa en porcentaje del ciclo marcha (0- 100%). Se calcularon las curvas promedio del grupo de cinco pacientes y la desviación estándar y se compararon con las del grupo control.

#### **2.4 Resultados**

A nivel cualitativo, se observa una disminución del pico máximo de extensión bilateral de ambas caderas al final de la fase de apoyo, como podemos observar en la **Figura 1**. Adicionalmente, en la **Figura 2**, se evidencia una inversión en el patrón de abducción y aducción de forma bilateral. Por otro lado, respecto a la pelvis se puede apreciar en la **Figura 3**, una basculación anterior de la misma. En la **Figura 4**, se observa que ambas rodillas existe un aumento en la flexión en la fase de respuesta a la carga. Por último, en relación al tobillo se evidencia un aumento de la flexión plantar en el tobillo derecho respecto al izquierdo en el contacto inicial y en la oscilación, sin evidencia de picos de flexión plantar previo a la oscilación en ninguno de los dos pies, que podemos apreciar en la **Figura 5**.

#### **2.5 Discusión**

Uno de los factores más relevantes que determinan el patrón de marcha en los pacientes con Mielomeningocele es su nivel de lesión. Los pacientes de nuestra serie con nivel L3, presentan una basculación anterior de la pelvis, asociado a una flexión aumentada de la cadera, probablemente secundarios a una debilidad o falta de contracción de los músculos extensores de la cadera, por lo que un pilar fundamental en el tratamiento corresponde al entrenamiento de la fuerza de la musculatura. Asimismo, se aprecia un aumento en la flexión de la rodilla y un aumento en la flexión plantar del tobillo, condicionado por la debilidad en los cuádriceps y dorsiflexores de tobillo, que pueden ser contrarrestada en el caso de la dorsiflexión por el empleo de ortesis tobillo pie (AFO) junto con la potenciación de la musculatura correspondiente. Los resultados obtenidos en nuestro estudio se asemejan a los hallazgos recogidos en la literatura como es el caso del estudio realizado por Galli (Galli, 2002).

El estudio de la marcha constituye una herramienta clínica importante tanto para el diagnóstico de enfermedades musculoesqueléticas y neurológicas, como para la evaluación de la eficacia de las diferentes intervenciones llevadas a cabo en los pacientes. El conocimiento de los patrones cinemáticos de la marcha en los pacientes con mielomeningocele, es esencial para entender el

impacto que tiene la reeducación de la marcha, elegir actividades específicas, modificar técnicas y planificar diferentes tratamientos de los que pueda beneficiarse esta población.

### 3. Conclusiones

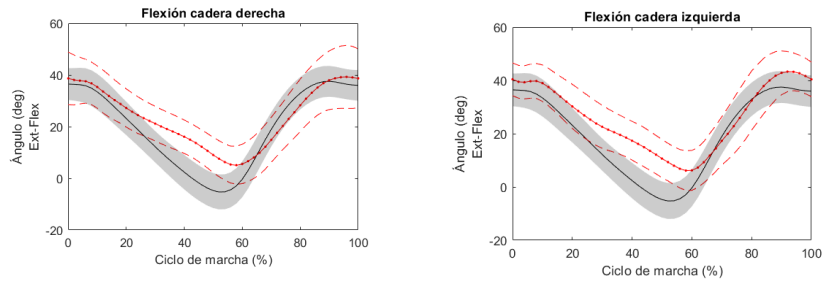
Los pacientes con mielomeningocele presentan en su curva promedio, una disminución de la excursión articular de la rodilla, basculación anterior de la pelvis, flexión de cadera aumentada y una rotación de la pelvis provocada por la rotación del tronco. Los estudios de marcha permiten orientar los diferentes tratamientos para mejorar la situación funcional de estos pacientes.

### Referencias

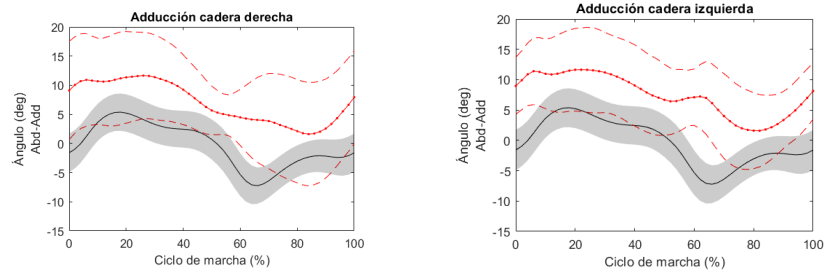
1. Aparicio Meix, J.M. (2008). Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica 129-134.
2. Sanchez, I., Ferrero, A., Aguilar, J.J., Climent, J.M. (2018). Lesión medular infantil y mielomeningocele: manual de Medicina Física y Rehabilitación. Madrid: Médica Panamericana.
3. Espinosa, J., Arroyo, O., Martín, P., Ruiz, D., Moreno, J.A. (2018). Ortesis funcionales en niños con mielomeningocele: guía esencial de Rehabilitación infantil. Madrid: Médica Panamericana.
4. Galli, M. (2002). Gait análisis in children affected by myelomeningocele: comparison of the various levels of lesion. *Archive of Functional Neurology*. 17, 203-210.
5. Duffy, CM. (1996). Three-dimensional gait análisis in spina bifida. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 16, 786-791.
6. Gabrieli, AP. (2003). Gait análisis in low lumbar myelomeningocele patients with unilateral hip dislocation or subluxation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 23, 330-334.
7. Kirshblum, S.C., Burns S.P., Biering-Sorensen, F., et al (2011). International standars for neurological classification of spinal cord injury. *The journal of Spinal Cord Medicine*. 34 (6), 535-546.
8. Schwartz, M., Rozumalski, A. (2008). The gait deviation index: a new comprehensive index of gait pathology. *Gait & Posture*. 28, 351-357.
9. Kadaba, M.P. (1989). Repeatability of kinematics, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. *Journal of Orthopaedic Research*. 7, 849–860.

**Tabla 1:** Datos demográficos de la muestra

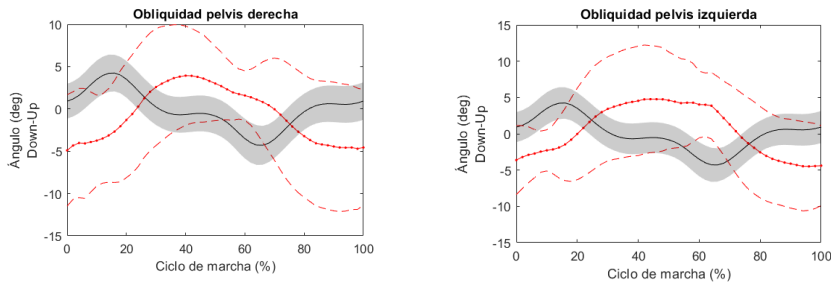
|               |         |       |    |        |
|---------------|---------|-------|----|--------|
| Paciente nº 1 | 12 años | Varón | L3 | ASIA C |
| Paciente nº 2 | 13 años | Varón | L3 | ASIA D |
| Paciente nº 3 | 15 años | Varón | L3 | ASIA C |
| Paciente nº 4 | 9 años  | Mujer | L3 | ASIA C |
| Paciente nº 5 | 9 años  | Varón | L3 | ASIA C |



**Figura 1: Flexo-extensión de cadera**



**Figura 2: Aducción-abducción de cadera**

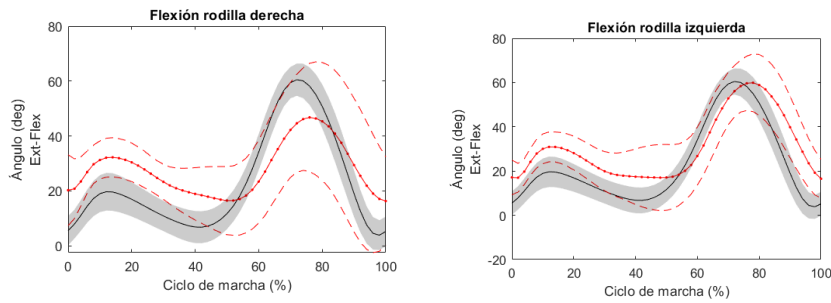


**Figura 3: Basculación pélvica**

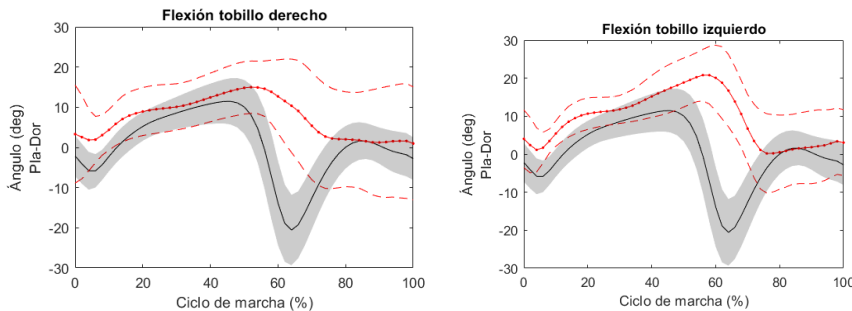
Controles:  
promedio y  
desviación

Muestra:  
promedio y

X Axis: % of gait cycle  
Y Axis: joint degrees



**Figura 4: Flexo-extensión de rodilla**



**Figura 5: Flexo-extensión de tobillo**

