

**ARTÍCULO ORIGINAL**

**Descripción cinemática de la marcha en pacientes con ataxia espinocerebelosa de tipo 2**

**Biomechanical phenomenon description of gait in patients with type 2 spinocerebellar ataxia**

**Dr.C. Carlos Diaz Novo,<sup>I</sup> Dr. Osiel Gámez Rodríguez,<sup>II</sup> Dr.C. Arquímedes Montoya Pedrón,<sup>II</sup> Dra. Isabel Adela Vigil Zulueta<sup>II</sup> y Dra.C. Laritza Zamora Matamoros<sup>III</sup>**

<sup>I</sup> Centro de Biofísica Médica, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>II</sup> Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso", Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>III</sup> Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

**RESUMEN**

Se realizó un estudio descriptivo y transversal de 23 pacientes con diagnóstico clínico, neurológico y genético de ataxia espinocerebelosa de tipo 2, atendidos en la consulta de Neurogenética del Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" de Santiago de Cuba, desde enero de 2013 hasta diciembre de 2015, a fin de obtener un grupo reducido de parámetros espaciotemporales de la marcha en dichos pacientes, mediante la técnica videográfica. También se incluyó una muestra de 35 individuos sanos mayores de 18 años, escogidos al azar. Se observaron diferencias significativas entre las variables cinemáticas extraídas de la evaluación de la marcha de sujetos enfermos y sanos. El método utilizado permitió determinar que el tiempo de evolución de la enfermedad influye en la disminución de la velocidad de marcha y que aumenta el ancho de paso y las oscilaciones de la cadera.

**Palabras clave:** ataxia espinocerebelosa de tipo 2, marcha atáxica, alteración del movimiento.

**ABSTRACT**

A descriptive and cross-sectional study of 23 patients with clinical, neurological and genetic diagnosis of type 2 spinocerebellar ataxia, assisted in the Neurogenetic Service of "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" Teaching General Hospital in Santiago de Cuba, was carried out from January, 2013 to December, 2015, in order to obtain a reduced group of gait spacetemporal parameters in these patients, by means of the videographic technique. A sample of 35 healthy individuals over 18 years chosen at random, was also included. Significant differences between the biomechanical phenomenon variables extracted from the evaluation of gait in sick and healthy people were observed. The method used allowed to determine that the course of the disease influences in the decrease of gait speed and increases the step width and the hip oscillations.

**Key words:** type 2 spinocerebellar ataxia, biomechanical phenomenon description, ataxic gait, movement disorder.

## INTRODUCCIÓN

Las ataxias hereditarias autosómicas dominantes forman un grupo heterogéneo de afecciones neurodegenerativas. Estas se caracterizan por la pérdida neuronal progresiva del cerebelo, núcleos del tronco cerebral y tractos espinocerebelares. Por su parte, en la familia de las ataxias cerebelosas, la de tipo 2 (SCA2, por sus siglas en inglés) es la más observada en Cuba. Entre las principales manifestaciones clínicas se encuentran: ataxia de la marcha, dismetría, disartria y adiadococinesia.<sup>1</sup>

Santiago de Cuba tiene una prevalencia de 4,22 pacientes por 100 mil habitantes y Holguín de 43 por 100 mil habitantes, de manera que esta última es la provincia de mayor prevalencia en el país y el mundo. La enfermedad no tiene cura y parte importante del tratamiento terapéutico se centra en nuevas estrategias de rehabilitación de la marcha.<sup>2-4</sup>

El análisis cinemático de la locomoción de los pacientes con trastornos del movimiento es un valioso instrumento para determinar la intensidad y posterior adecuación de los medios con los que se intentará ayudarle. Una alternativa para la evaluación de los desórdenes de la marcha es emplear la videografía en 3D para el análisis de los registros cinemáticos obtenidos de un modelo biomecánico del aparato locomotor.<sup>5-7</sup>

En general, no abundan los trabajos relacionados con la caracterización cuantitativa de la cinemática de la marcha de los pacientes con SCA2.

Al no poder contar con un método cuantitativo para la evaluación de los trastornos cinemáticos de la marcha, se dificulta la determinación del planeamiento rehabilitador que debe aplicarse con mayor eficacia. Por todo lo anterior, los autores se propusieron obtener un grupo reducido de parámetros espaciotemporales de la marcha en los afectados con SCA2 en la mencionada provincia, mediante un método cubano.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal de 23 pacientes con diagnóstico clínico, neurológico y genético de ataxia espinocerebelosa de tipo 2, atendidos en la consulta de Neurogenética del Hospital General Docente "Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso" de Santiago de Cuba, desde enero de 2013 hasta diciembre de 2015, con el objetivo de lograr un grupo reducido de parámetros espaciotemporales de la marcha en ellos, mediante la técnica videográfica.

Fueron excluidos del estudio los pacientes que efectuaron la marcha con ayuda técnica, así como los que necesitaron de un acompañante y no lograban andar con sus propios medios; igualmente, quedaron excluidos los que presentaban afecciones cardíacas, respiratorias y padecimientos musculoesqueléticos, con secuelas de accidentes y caídas.

La muestra de 23 pacientes con SCA2 quedó constituida por 8 hombres y 15 mujeres con edad promedio de 54 y 57 años, respectivamente. El grupo se clasificó atendiendo a 2 grados de validismo: los de grado 1 presentaron trastornos de la marcha, pero podían desempeñar de forma independiente las actividades de la vida diaria; los de grado 2, en ocasiones necesitaban apoyo para caminar y ayuda para realizar las actividades de la vida diaria de forma independiente.

Asimismo, se incluyó una muestra de 35 individuos sanos mayores de 18 años de edad (11 hombres y 24 mujeres, con una edad promedio de 51 y 54 años, respectivamente), escogidos al azar, sin vínculo familiar y consanguíneo con los pacientes, sin antecedentes de haber padecido enfermedades relacionadas con trastornos del movimiento o de accidentes.

Para la evaluación cinemática se filmó a los participantes durante la marcha, mediante un sistema de videografía en 3D, compuesto por 3 cámaras de video digital, lo facilitó la captura de los marcadores. Se trabajó con la frecuencia de cuadros correspondientes a la norma utilizada (30 c/s) y una razón de obturación de 1/500 s.

A los participantes se les pidió caminar de manera habitual (transitar en 30 ocasiones por un trayecto recto de 10 m en ambos sentidos) y se les fijaron marcadores esféricos de 0,020 m de diámetro (cubiertos con material reflexivo) en diferentes localizaciones, a saber: sacro, crestas ilíacas, porciones medio lateral de los muslos y del tríceps sural, cóndilos externos del fémur, maléolos laterales, parte trasera posterior de ambos calcáneos, quinto metatarsiano y dedo mayor de ambos pies.

Para el análisis descriptivo entre los grupos de participantes se utilizó el software Minitab® R16; <sup>8</sup> para la obtención, preprocesamiento, cálculo y filtrado de los registros cinemáticos, se emplearon los software Matlab R2010b y Human de HMA Technologies Inc. <sup>9</sup>

## RESULTADOS

Del total hombres enfermos, 2 presentaron un tiempo de evolución menor de 6 años; 2 entre 6-10 años y 4 más de 11 años; igualmente en 6 la afectación de la marcha fue ligera y en 2 moderada.

Por otra parte, de las 15 féminas enfermas, en 2 se observó un tiempo de evolución inferior a 6 años; en 5, entre 6-10 años y en 8, mayor de 11 años; asimismo, en 13 de ellas hubo afectación ligera de la marcha y en 2 moderada, las cuales necesitaron el empleo de un apoyo externo de manera ocasional.

En el estudio se observaron diferencias significativas entre las variables cinemáticas extraídas de la evaluación en pacientes enfermos y normales del mismo sexo.

Los hombres enfermos con validismo de grado 1, en la comparación con sus homólogos sanos (tabla 1), presentaron menores resultados en la velocidad de la marcha (0,935 m/s), la longitud de ciclo (1,069 m), de paso (0,510 m), el rango del desplazamiento angular del tobillo (21,02°) y en la cadencia de pasos (0,855 pasos/s).

**Tabla 1.** Media y DS de los parámetros cinemáticos de la marcha en el sexo masculino y grado de validismo.

	Enfermos (n =8)			Sanos (n=11)	
	Media	SD	p<0,05	Media	SD
AP	0,118	0,044	0,176	0,096	0,035
VM	0,935	0,242	0,007	1,168	0,108
LC	1,069	0,202	0,007	1,273	0,123
LP	0,510	0,101	0,010	0,606	0,055
ROCF	0,073	0,022	0,118	0,061	0,012
APie	0,135	0,020	0,058	0,152	0,022
RC	43,26	6,430	0,514	41,75	4,45
RR	53,59	5,780	0,705	54,52	6,35
RT	21,02	4,670	0,016	25,28	3,09
Cad	0,855	0,096	0,050	0,882	0,076
TA	0,784	0,143	0,121	0,711	0,054
TB	0,454	0,050	0,100	0,426	0,027
TDA	0,15	0,059	0,638	0,142	0,024

p&lt;0,05

## Leyenda\*

- AP: ancho de paso (m)
- VM: velocidad de marcha (m/s)
- LC: longitud de ciclo (m)
- LP: longitud de paso (m)
- Rocf: oscilación de la cadera (m)
- APie: altura del pie (m)
- RC: rango angular de cadera ( $^{\circ}$ )
- RR: rango angular de rodilla ( $^{\circ}$ )
- RT: rango angular de tobillo ( $^{\circ}$ )
- Cad: cadencia (paso/s)
- TA: tiempo de apoyo(s)
- TB: tiempo balanceo(s)
- TDA: tiempo doble apoyo (s)

En las mujeres con igual grado de validismo (tabla 2), también se apreciaron menores valores en la velocidad de marcha (0,897 m/s), la longitud de ciclo (1,023 m), la longitud de paso (0,495 m) y en la altura del pie durante el balanceo (0,126 m). En la dirección opuesta, se percibieron mayores valores en la base de sustentación (0,152 m), las oscilaciones laterales de la cadera (0,090 m), el tiempo de apoyo (0,733 s) y de doble apoyo (0,156 s).

Con excepción de los desplazamientos angulares de las articulaciones y el tiempo de balanceo, el resto de los parámetros cinemáticos de la marcha de las mujeres enfermas con validismo de grado 2 se diferenciaron significativamente ( $p<0.05$ ) del observado en sus homólogas normales.

En este grupo se apreciaron menores valores de la velocidad de marcha (0,813 m/s), de la longitud de ciclo (0,988 m), la longitud de paso (0,478 m) y de la altura del pie en el balanceo (0,108 m); combinado con mayores registros del ancho de paso

(0,173 m), las oscilaciones laterales de la cadera (0,105 m), la cadencia (0,799 pasos/s) y el tiempo de doble apoyo (0,165 s).

**Tabla 2.** Media y DS de los parámetros cinemáticos de la marcha en el sexo femenino y grado de validismo.

	Enfermas (n=15)						Sanas (n =24)	
	Validismo de grado 1 (n=10)			Validismo de grado 2 (n =5)			Media	SD
	Media	SD	p<0,05	Media	SD	p<0,05		
AP	0,152	0,059	0,002	0,173	0,038	0,001	0,093	0,041
VM	0,897	0,143	0,000	0,813	0,071	0,000	1,136	0,133
LC	1,023	0,147	0,000	0,988	0,061	0,001	1,117	0,859
LP	0,495	0,066	0,003	0,478	0,046	0,009	0,557	0,046
ROCF	0,090	0,020	0,001	0,105	0,030	0,003	0,065	0,019
APie	0,126	0,019	0,040	0,108	0,003	0,001	0,138	0,013
RC	45,39	6,63	0,787	48,64	6,501	0,226	44,84	4,850
RR	58,08	7,69	0,289	53,67	4,280	0,055	59,26	4,279
RT	23,35	1,75	0,192	22,54	2,780	0,228	24,58	2,780
Cad	0,796	0,147	0,058	0,793	0,064	0,059	0,840	0,070
TA	0,733	0,052	0,004	0,799	0,019	0,013	0,666	0,085
TB	0,419	0,027	0,453	0,455	0,034	0,433	0,433	0,047
TDA	0,156	0,027	0,001	0,165	0,014	0,008	0,114	0,294

#### Leyenda\*

La marcha de los hombres enfermos se caracterizó por la sucesión de pasos cortos con una traslación lenta ejecutada a baja cadencia; en las mujeres afectadas fue todavía más lenta, con ejecución de pasos cortos, pero a diferencia de los primeros, se observaron mayores valores en ancho de paso, en las oscilaciones laterales de la cadera y en el tiempo empleado para ejecutar el doble apoyo.

## DISCUSIÓN

La evaluación cinemática de la marcha de los pacientes con SCA2, mediante la técnica videográfica implementada por vez primera en Cuba, reveló la variación proporcional de las variables por sexo y grado de validismo.

Las mujeres afectadas presentaron más dificultades para caminar con mayor oscilación lateral de las caderas y del tronco, lo cual es un signo característico de la marcha atáxica; resultado que coincide con lo descrito por otros autores<sup>2</sup> en un grupo de pacientes con degeneración cerebelosa.

Por otra parte, las mujeres enfermas presentaron un mayor ancho de paso, combinado con una manifiesta disminución de la velocidad de la marcha; hallazgo similar se encontró en los hombres enfermos. Ambos aspectos coinciden con la descripción de los patrones patológicos de la locomoción atáxica descritos en la bibliografía médica consultada.<sup>10-17</sup>

Las evidencias obtenidas sobre la baja velocidad de la marcha, combinada con el aumento del tiempo de paso y de doble apoyo, son semejantes a las referidas por otros investigadores.<sup>10, 11</sup>

La excesiva extensión del ancho de paso en las mujeres enfermas, concuerda con los resultados encontrados en otras casuísticas<sup>12, 13</sup> y difieren de las conclusiones contradictorias de Brigita *et al.*<sup>17</sup>

En cuanto al aumento del ancho de paso, es congruente con el típico estado de alteración del equilibrio, fundamentalmente en el grupo de las mujeres enfermas con validismo de grado 2, al combinarse un ancho de paso exagerado y la reducción de la velocidad de la marcha, sumado al incremento significativo del tiempo de doble apoyo; evidencias que son muestra de las alteraciones en la generación y el control de los patrones de movimientos multiarticulados, tal como se describe en series similares.<sup>2,11</sup>

La posibilidad de observación de la marcha desde 2 vistas diferentes: una en el plano sagital para la velocidad de marcha y otra en el frontal, para las oscilaciones laterales de la cadera y el ancho de paso, favorecería el seguimiento evolutivo de los trastornos de la marcha en pacientes con SCA2.

El valor fundamental del estudio radica en el aporte de un juego de mediciones cinemáticas obtenidas con un método cubano para la evaluación cuantitativa del patrón de alteraciones de la marcha en los pacientes con SCA2 de Santiago de Cuba.

La descripción de los parámetros cinemáticos de la marcha y la relación de 3 de ellos (velocidad de marcha, oscilaciones de la cadera y ancho de paso) teniendo en cuenta el sexo y el grado de validismo, podría ser útil para el monitoreo de las estrategias de rehabilitación y como complemento para el diagnóstico evolutivo de la marcha en estos pacientes.

El empleo de la técnica de videografía tridimensional para tales fines, puede generalizarse a otros centros de la red nacional de hospitales pertenecientes al sistema nacional de salud, pues los resultados contribuirán a la unificación de los métodos de estudios y las tecnologías médicas con las que se intenta mejorar la calidad de vida de los pacientes con trastornos motores de la marcha.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Velázquez Pérez L, Rodríguez Labrada R, Canales Ochoa N, Medrano Montero J, Sánchez Cruz G, Aguilera Rodríguez R, *et al.* Progression of early features of spinocerebellar ataxia type 2 in individuals at risk: a longitudinal study. *The Lancet Neurol.* 2014; 13(5):482–9.
2. Ilg W, Bastian AJ, Boesch S, Burciu RG, Celnik P, Claaben J, *et al.* Consensus paper: management of degenerative cerebellar disorders. *Cerebellum.* 2014; 13(2):248-68.
3. Cakrt O, Vyhnalek M, Slabý K, Funda T, Vuillerme N, Kolá P, *et al.* Balance rehabilitation therapy by tongue electro tactile biofeedback in patients with degenerative cerebellar disease. *NeuroRehabilitation.* 2012; 31(4):429-34.
4. Keller LJ, Bastian AJ. A home balance exercise program improves walking in people with cerebellar ataxia. *NeuroRehabil Neural Repair.* 2014 [citado 21 Abr 2015]; 28(8). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24526707>
5. Broche Vázquez L, Torres Quezada M, Diaz Novo C, Pérez Bonne P, Sagaró Zamora R. Influencia de la asimetría de la marcha en el comportamiento biomecánico de las

articulaciones de cadera en pacientes con prótesis transfemorales. *Ingeniare. Rev Chil Ing.* 2015; 23(2): 312-22.

6. Miyares OA, Vázquez BL, Novo DC, Castillo GL, Zamora SR. Análisis de la funcionabilidad de prótesis ortopédicas transfemorales. *Rev Cubana Ortop Traumatol.* 2011; 25(2):102-16.
7. Diaz Novo C, Alharbi S, Fox M, Ouellette E, Biden E, Tingley M, *et al.* The impact of technical parameters such as video sensor technology, system configuration, marker size and speed on the accuracy of motion analysis systems. *Ing Mec, Tecnol Des.* 2014; 5:265-71.
8. Minitab® 16.1.1. Statistical software, 2010[citado 21 Jun 2015]. Disponible en: [http://www.minitab.com/uploadedfiles/documents/readme/minitab\\_16\\_readme\\_en.pdf](http://www.minitab.com/uploadedfiles/documents/readme/minitab_16_readme_en.pdf)
9. Human Connect, version 6 Overview [citado 21 Jun 2015]: Disponible en: <http://hub.humanapi.co/docs/overview-of-human-connect>
10. Morton SM, Bastian AJ. Relative contributions of balance and voluntary leg-coordination deficits to cerebellar gait ataxia. *J Neurophysiol.* 2003; 89(4):1844-56.
11. Palliyath S, Hallett M, Thomas SL, Lebedowska MK. Gait in patients with cerebellar ataxia. *Mov Disord.* 1998; 13:958-64.
12. Deuschl G, Stolze H, Petersen G, Raethjen J. The gait disorder of advanced essential tremor. *Brain.* 2001; 124:2278-86.
13. Stolze H, Klebe S, Petersen G, Raethjen J, Wenzelburger R, Witt K, *et al.* Typical features of cerebellar ataxic gait. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2002; 73:310-12.
14. Miyai I, Ito M, Hattori N, Mihara M, Hatakenaka M, Yagura H, *et al.* Cerebellar ataxia rehabilitation trial in degenerative cerebellar diseases. *NeuroRehabil Neural Repair.* 2012; 26:515-3.
15. Saute Morales AJ, Donis Carvalho K, Munuera Serrano C, Genis D, Ramírez Torrez L, Mazzetti P, *et al.* Ataxia rating scales-psychometric profiles, natural history and their application in clinical trials. *Cerebellum.* 2012; 11(12):488-504.
16. Burk K, Schulz RS, Schulz BJ. Monitoring progression in Friederich ataxia (FRDA): the use of clinical scales. *J Neurochem* 2013; 126(1):118-24.
17. Brigita S, David EK. Base of support is not wider in chronic ataxic and unsteady patients. *J Rehabil Med.* 2002; 34:288-92.

Recibido: 5 de julio de 2016.

Aprobado: 23 de octubre de 2016.

*Carlos Diaz Novo.* Centro de Biofísica Médica, Universidad de Oriente, Avenida "Patricio Lumumba" s/n, Altos de Quintero, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: [celeste.roque@medired.scu.sld.cu](mailto:celeste.roque@medired.scu.sld.cu)