

## Original

### Indicadores biomecánicos para el estudio de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I

Biomechanics indicative for the study of the march in patient with ataxia espinocerebelosa type 2, in stadium I

M Sc. Susana Ramírez, Profesora Asistente, Universidad de Holguín, Cuba,

[sramirez@uho.edu.cu](mailto:sramirez@uho.edu.cu)

M Sc. Amada Plácida Gómez Zoquez, Universidad de Holguín, Cuba, [agomezz@uho.edu.cu](mailto:agomezz@uho.edu.cu)

Yaimeé Vázquez Mojena, Máster en Virología, Licenciada en microbiología, Profesional del Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereitarias (CIRAH) Holguín, Cuba, [yaimeevazquez@gmail.com](mailto:yaimeevazquez@gmail.com)

Dr. C. Darwin Ramírez Cruz, Universidad de Holguín, Cuba, [daramirez@uho.edu.cu](mailto:daramirez@uho.edu.cu)

Recibido: 13.6.19 Aceptado:13.10.19

#### Resumen

En el presente trabajo se exponen los resultados de una investigación desarrollada en nuestra facultad. Los procesos de observación, revisión documental y entrevistas a profesionales del Centro de Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias y de la Facultad de Cultura Física y Deportes de la Universidad de Holguín, permitieron, como resultado final, la confección de un folleto de indicadores biomecánicos para el estudio de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I. Mediante la revisión bibliográfica se pudo constatar que se carece de un documento específico que contenga estos indicadores, debido a que cada investigador los utiliza de acuerdo a sus intereses y posibilidades. En esta investigación se realizó una selección de indicadores biomecánicos <cinemáticos y dinámicos>, así como, sus métodos de control y los valores referenciales encontrados en la bibliografía. La aplicación de la técnica de búsqueda de consenso Grupo nominal permitió constatar la pertinencia de los mismos para su aplicación en la práctica.

**Palabras clave:** ataxia, rehabilitación, indicadores biomecánicos

## **Abstract**

In this paper are shows the results of an investigation developed in our center. The observation processes, documental revision and interviews to professionals of the Center of Investigation and Rehabilitation of the Hereditary Ataxias and of the Institute of Physical Culture and Sports of the University of Holguín, they allowed, as a result final, the making of a pamphlet of indicative biomechanics for the study of the march in patient with Ataxia Espinocerebelosa type 2, in stadium I. By means of the bibliographical revision you could verify that you lack a specific document that contains these indicators, because each investigator uses them according to his interests and possibilities. In this investigation it was carried out a selection of indicative biomecánicos <cinematic and dynamic>, as well as, their control methods and the values index them found in the bibliography. The application of the technique of search of consent nominal Group allowed to verify the relevancy of the same ones for their practical application.

**Keys word:** ataxia, rehabilitation, biomechanics indicative

## **Introducción**

La marcha es un proceso de locomoción que se produce como resultado de la acción coordinada de diversos sistemas musculares. El hombre, por su condición bípeda, utiliza principalmente los de la cintura pélvica y miembros inferiores, aunque, en menor medida, la cintura escapular, tronco y los superiores también contribuyen a la perfección del movimiento, que se caracteriza por una sucesión de doble apoyo y de apoyo unipodal, es decir, durante la marcha el apoyo no deja nunca el suelo, mientras que, en la carrera, como en el salto, existen fases aéreas (de vuelo), en las que el cuerpo queda suspendido durante un instante.

Actualmente, el estudio de la marcha humana es una herramienta diagnóstica importante en la evaluación de patologías neuro-músculo-esqueléticas, ya sean transitorias o permanentes, locales o generales. Existen diversas enfermedades que pueden provocar trastornos en la marcha, en especial las patologías del sistema nervioso central, cada una de ellas tiene características particulares como es el caso de las ataxias.

Las Ataxias Espinocerebelosa (SCA, del inglés Spinocerebellar Ataxias) son trastornos neurodegenerativos que se caracterizan por su heterogeneidad clínica, genética y neuropatológica. Sus características clínicas distintivas incluyen ataxia de la marcha, disartria cerebelosa, dismetría, disdiadococinesia y temblor postural. Su edad de inicio comprende un amplio rango (2 -65 años) pero cuando debuta en edades tempranas es más agresiva su evolución y por lo tanto se evidencia más el desgaste en la marcha de estos pacientes. La misma de tipo 2 (SCA2) tiene alta prevalencia e incidencia en Cuba, donde la provincia de Holguín concentra la población enferma y en riesgo más grande que se haya reportado a nivel mundial hasta el momento. Por lo que ha sido considerada un problema de salud en nuestro país. (Velázquez y Rodríguez, 2012, p.12).

Estudios realizados por Velázquez y colaboradores en el año 2000 han demostrado que el síntoma inicial más frecuente es la dificultad para la marcha. Es por ello que la marcha se convierte en un importante punto de mira a considerar para su estudio y rehabilitación en estos pacientes. Para su análisis se requiere de un detallado conocimiento de la locomoción normal, desde diferentes puntos de vista, ya sean, psicológicos, anatómicos, funcionales, biomecánicos. Con estas bases, se puede obtener una importante información acerca del paciente, mediante el estudio cuidadoso de su patrón de la marcha y su nivel de afectación.

La Bimecánica es una de las ciencias que posibilita el estudio de la marcha. La misma permite evaluar el comportamiento de las características mecánicas evidenciadas en este movimiento, dígase velocidades, trayectorias, longitudes, tiempo, variaciones angulares, entre otras. Elementos esenciales a considerar en el estudio del ciclo de la marcha.

A través de entrevistas realizadas a personal médico y de rehabilitación física del Centro para la Investigación y Rehabilitación de las Ataxias Hereditarias (CIRAH) y profesionales de la Cultura Física y la Biomecánica de la Universidad de Holguín, complementada con la revisión de documentos relacionados con el tema de investigación, se evidencian:

- Insuficientes estudios dirigidos al análisis biomecánico de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I.
- Escasos indicadores biomecánicos que permitan cuantificar el nivel de afectación de la marcha en los pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2 en estadio I.

- Falta de uniformidad en los indicadores biomecánicos que permiten evaluar la marcha humana en general, y la marcha patológica en particular.

Las causas que generan las insuficiencias anteriores permitieron definir el siguiente problema de investigación: ¿Cuáles son los indicadores biomecánicos que permiten evaluar el comportamiento de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I?, teniendo como objetivo la selección del conjunto de indicadores biomecánicos que permitan la evaluación de la marcha en estos pacientes. Los mismos se recogen en un folleto práctico para uso del personal que labora en la clínica de rehabilitación de las Ataxias Hereditarias en Holguín.

### **Metodología**

- Entrevista: a través de una guía previamente elaborada, permitió conocer las consideraciones de especialistas sobre el tema: rehabilitadores, biomecánicos y personal del CIRAH.
- Búsqueda de consenso Grupo nominal: permitió constatar la pertinencia de los indicadores biomecánicos para la evaluación de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I.

### **Resultados**

Se elaboró un material **“Folleto de indicadores biomecánicos para el estudio de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2”** con los diferentes indicadores biomecánicos <cinemáticos y dinámicos >, que se pueden controlar en el estudio de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I, sobre la base de los reportado por la bibliografía consultada.

El mismo constituye una guía de trabajo, que puesta a disposición de los profesionales que investiguen la marcha en estos pacientes, resulta de mucha utilidad tanto para el trabajo con los enfermos, como con los potencialmente a enfermar (fase prodrómica), con el objetivo de incluirla en el trabajo de la clínica y así realizar una evaluación y diagnóstico más objetivos.

El material, que por razones obvias, no se expone en su totalidad, responde a la siguiente estructura:

**Presentación** (Se muestra el nombre del folleto y la institución a la cual pertenece la investigación)

**Introducción** (Se realiza un preámbulo sobre lo contenido en el folleto, se precisan aspectos generales tratados, así como el propósito esencial para el cual fue elaborado)

**Desarrollo** (Contiene los indicadores biomecánicos posibles a controlar en la marcha de los pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I, debidamente clasificados, su definición, métodos de control y los valores referenciales con los que cada uno debe compararse)

**Anexos** (Se incluye la fuente de los indicadores y valores referenciales para que el usuario pueda profundizar el contenido en caso de requerirlo)

A continuación, se explicitan un total de 15 indicadores que constituyen la parte principal del folleto.

**Tabla 1.** Indicadores cinemáticos

<b>Dimensión</b>	<b>Denominación</b>	<b>Característica</b>	<b>Método de control</b>	<b>Valor referencial</b>
<b>Espacial</b>	Longitud de zancada	Es la distancia lineal entre dos contactos del talón consecutivos de la misma extremidad.	Huellas podográficas Videografía	1,55 – 1,58 m
	Longitud de paso	Es la distancia lineal entre el contacto inicial del talón de una extremidad y el de la extremidad contralateral.	Huellas podográficas Videografía	0,75 m
	Ancho de paso o amplitud de base	Es la distancia entre ambos pies, generalmente entre los talones, que representa la medida de la base de sustentación.	Huellas podográficas A través de la videografía	media de 10 cm
	Altura del paso	Distancia máxima entre el apoyo y la elevación del pie en el paso.	A través de la videografía	5 cm
	Ángulo del paso	Se refiere a la orientación del pie durante el apoyo con respecto a la línea de	A través de la videografía	Aprox. 15°

		progresión (dirección de traslación).		
	Trayectoria del centro de gravedad del cuerpo	Línea imaginaria que describe el centro de gravedad del cuerpo durante el movimiento.	A través de la videografía	En forma de una leve onda sinusoidal de manera regular
<b>Temporal</b>	Tiempo de apoyo monopodal	Es el intervalo durante el cual tan sólo un miembro se encuentra sobre el suelo, estando el miembro contralateral en su fase de oscilación.	A través de la videografía	Entre el 60% y el 62% del tiempo total de la zancada
	Doble apoyo	Porcentaje del ciclo de la marcha en el cual ambos pies contactan el suelo	A través de la videografía	Alrededor del 10% del tiempo total de la zancada
	Periodo de soporte o apoyo	Es el tiempo durante el cual el pie permanece en contacto con el piso	A través de la videografía	0,71 s
	Periodo de zancada	Lapso de tiempo en el que el transcurren dos eventos idénticos sucesivos del mismo pie	A través de la videografía	De 1 a 1,2 s
	Frecuencia o cadencia	Número de pasos por unidad de tiempo que,	Directamente A través de la	Entre los 90 y los 140 pasos por

		generalmente, se fija en un minuto. (Determina el ritmo y la rapidez de marcha y varía de acuerdo con la longitud de las extremidades, el peso corporal y la habilidad para caminar. Disminuye con el proceso de envejecimiento )	videografía	minuto
<b>Espacio-temporal</b>	Velocidad media	Es la relación de la distancia recorrida en dirección de la marcha (Dm) y el tiempo en recorrer esa distancia (Ts). Establece una relación con la cadencia y la longitud del paso largo.	A través de la videografía $V = D(m) / T(s)$	Oscila de 75 a 80 m/s

**Tabla 2.** Indicadores dinámicos

<b>Tipos</b>	<b>Denominación</b>	<b>Características</b>	<b>Metodología de control</b>	<b>Valor referencial</b>
Fuerza y energía	Capacidad elástica	Capacidad que tiene el músculo del individuo para almacenar energía elástica, en	Salto con contramovimiento o del Test de Bosco	--



		función de desarrollar la fuerza explosiva. (fase excéntrica)		
	Capacidad contráctil	Capacidad que tiene el músculo del individuo para almacenar energía elástica, en función de desarrollar la fuerza explosiva. (fase concéntrica).	Salto Squat Jump del Test de Bosco	--
	Índice de elasticidad	Relación entre la capacidad elástica y la capacidad contráctil expresada en por ciento.  $IE=(1 - CMJ/SJ) *100$	Valores obtenidos de las pruebas anteriores (Test de Bosco)	Si resulta positivo indica el por ciento de utilización de la energía mecánica almacenada en los músculos. Si resulta negativa indica que no aprovecha la energía mecánica almacenada en los músculos.

### Análisis y discusión

Con el fin de corroborar la pertinencia de la propuesta, se empleó la técnica de grupo nominal, con carácter secuencial, donde se asume el procedimiento, criterios y aspectos descritos por Córdova (2011), es decir: planteamiento del tema, generación de ideas, registro y esclarecimiento de las ideas y votación. El grupo estuvo integrado por:

- Dos rehabilitadores físicos
- Dos profesores de biomecánica

- Tres profesores del centro de estudio
- Un microbiólogo del CIRAH

En total fueron ocho especialistas, de ellos siete tienen más de 15 años de experiencia laboral, dos son doctores en ciencias, cuatro másteres en ciencias y dos licenciados, de ellos uno se encuentra en la fase final de su formación doctoral.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del consenso valorativo realizado por los especialistas sobre la pertinencia del folleto de los indicadores biomecánicos para el estudio de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I.

**Tabla 3:** Resultados finales de coincidencia de los criterios emitidos por los integrantes del grupo nominal.

No	Criterios analizados Asumidos de Córdoba (2011)	Pertinente (P)	Poco Pertinente (PP)	No Pertinente (NP)
1	Cientificidad y actualidad	7	1	-
2	Estructura	8	-	-
3	Selección y contextualización de los indicadores biomecánicos	8	-	-
4	Posibilidad de aplicación	8	-	-

En sentido general, los criterios de los integrantes del grupo nominal son coincidentes, donde destacan su novedad y su factibilidad, al proponer una vía adecuada para el análisis de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I.

El análisis de los resultados obtenidos, a partir del método grupo nominal, determina la pertinencia de la propuesta, lo que presupone su aplicación.

## Conclusiones

1. El estudio diagnóstico realizado demostró que son escasas las investigaciones sobre la evaluación de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I, y más aún las destinadas a la cuantificación de los indicadores biomecánicos presentes en esta.
2. El folleto se elaboró sobre la base de reunir un conjunto de indicadores biomecánicos que permitan facilitar el diagnóstico, la evaluación e investigaciones futuras sobre la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I.
3. La aplicación de la técnica de búsqueda de consenso Grupo nominal permitió constatar la pertinencia de los indicadores biomecánicos seleccionados para la evaluación de la marcha en pacientes con Ataxia Espinocerebelosa tipo 2, en estadio I, lo cual constituye una propuesta viable y pertinente para la cuantificación de los indicadores y su consideración en la rehabilitación física.

## Referencias bibliográficas

- Cámara, J. (2011) Análisis de la marcha: sus fases y variables espacio-temporales. *Entramado* 7(1) Disponible en [www.scielo.org.co](http://www.scielo.org.co).
- Córdova, C. (2011). Consideraciones sobre metodología de la investigación. Documento en Formato PDF en FTP Universidad de Holguín, Cuba102 p.
- Daza, J. (2007) *Examen de la marcha humana. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*. Bogotá: Panamericana.
- Velázquez, L (2010). Epidemiología de las ataxias hereditarias en Cuba. *Rev. Neurol.*; 32(7), 606-611. Disponible en [www.revneurol.com](http://www.revneurol.com).
- Velázquez, L. y Rodríguez, R. (2012). *Manifestaciones tempranas de la Ataxia Espinocerebelosa tipo2*. Holguín: Ediciones Holguín.
- Velázquez, L., *et al* (2000) Estudio clínico – neurofisiológico de 70 enfermos con ataxia espinoicerebelosa tipo 2. Disponible en [www.revneurol.com](http://www.revneurol.com).