



# Toxina botulínica A y terapia física, en la marcha en parálisis cerebral

Sandra Fabiola García-Sánchez,<sup>a</sup> Maria Teresa Gómez-Galindo,<sup>b</sup> Jaime Eduardo Guzmán-Pantoja<sup>c</sup>

## Botulinum toxin A and physical therapy in gait in cerebral palsy

**Background:** Cerebral palsy (PCI) is the leading cause of disability in children. Botulinum toxin type A (TBA) is a treatment to improve the function and pattern in the gait, although with a few studies that quantify the improvement

**Methods:** Quasi-experimental study was conducted from May 2010 to September 2011, in Integrated Rehabilitation Center, in 36 patients with spastic PCI. Was evaluated: functionality of travel by the scale of Koman, speed of the gait with tone scale of Ashworth and arches of passive mobility, were applied TBA and was sent to 10 sessions of physical therapy, with measurements taken before, the 1st and 4th month.

**Results:** 30 Patients completed the study, between the ages of 2 and 12 years, the majority had improvement in the functionality of the gear, tone, dorsiflexion and abduction of ankles to the motion, which was maintained at 4 months.

**Conclusions:** Botulinum toxin is an effective treatment to increase the arches of mobility and functionality of the gait of patients with hemiparesis and spastic paraparesis.

### Keywords

Botulinum toxins, type A  
Cerebral palsy  
Gait disorders, neurologic  
Central nervous system diseases

### Palabras clave

Toxinas botulínicas tipo A  
Parálisis cerebral  
Trastornos neurológicos de la marcha  
Enfermedades del sistema nervioso central

La parálisis cerebral (PCI) es la principal causa de discapacidad en la infancia y la causa más común de los trastornos espásticos del movimiento en niños.<sup>1</sup>

Su incidencia aproximada es de 2-3 por cada 1000 nacidos vivos.<sup>1</sup> La población mundial con parálisis cerebral excede los 17 millones de personas.<sup>2</sup>

En México, alrededor del 10% de los pacientes con discapacidad tienen el diagnóstico de parálisis cerebral infantil. De ellos, más del 60% de los casos son pacientes con parálisis cerebral infantil de tipo espástico.<sup>3</sup>

La espasticidad en los niños con PCI es un serio problema que afecta las actividades de la vida diaria e interpone obstáculos para alcanzar las metas de rehabilitación.<sup>4</sup>

Esto, generalmente es causado por un desequilibrio muscular como resultado de una combinación de espasticidad de los músculos flexores, debilidad de los músculos extensores y/o co-activación de los dos músculos flexores y extensores, que pueden llevar a contracturas musculares fijas durante el desarrollo.<sup>5,6</sup>

Las consecuencias finales son las contracturas fijas y las limitaciones progresivas de movilidad, siendo las más graves las contracturas de caderas y las más frecuentes las contracturas de los pies.<sup>3,6,7</sup>

La mayoría de niños con PCI tiene un patrón de marcha diferente. Uno de los patrones típicos se caracteriza por la flexión de la rodilla durante la marcha.<sup>5</sup>

La marcha, en los que la consiguen, va deteriorándose y disminuye la velocidad, la longitud del paso, la duración del tiempo de apoyo en un solo pie y el movimiento de la pelvis, rodilla y tobillo.<sup>8</sup>

El curso natural del desarrollo de estos niños es un mayor deterioro en el patrón de flexión, que generalmente se acompaña de una disminución de la movilidad. Por lo tanto, el tratamiento en una etapa temprana está indicado para aumentar la extensión de la rodilla en la marcha.<sup>5</sup> Por lo tanto, conviene tratar la espasticidad en los primeros estadios, ya que los trastornos secundarios son de difícil solución.<sup>7</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Rehabilitación, Hospital General Regional No. 180, Instituto Mexicano del Seguro Social, Tlajomulco de Zúñiga

<sup>b</sup>Departamento de Rehabilitación, Centro de Rehabilitación Integral "Sra. Olivia Miramontes Aguirre", Guadalajara

<sup>c</sup>Departamento Investigación Educativa y Formación Docente en la Delegación Jalisco, Instituto Mexicano del Seguro Social, Guadalajara

Jalisco, México

Comunicación con: Sandra Fabiola García Sánchez  
Teléfono: (0133) 3180 0205  
Correo electrónico: gassmed09@gmail.com

Recibido: 11/06/2014

Aceptado: 13/04/2016

**Introducción:** La parálisis cerebral (PCI) es la principal causa de discapacidad en la infancia. La toxina botulínica tipo A (TBA) es un tratamiento para mejorar la función y patrón en la marcha, aunque con pocos estudios que cuantifiquen la mejoría.

**Métodos:** Se realizó un estudio cuasiexperimental, de mayo de 2010 a septiembre de 2011, en un centro de rehabilitación integral, participaron 36 pacientes con PCI espástica. Se evaluó: funcionalidad de la marcha por la escala de Koman, velocidad de desplazamiento de la marcha, tono con escala de Ashworth y arcos de

movilidad pasivas. Se les aplicó TBA y se les envió a 10 sesiones de terapia física, con mediciones antes, al mes 1 y 4.

**Resultados:** 30 pacientes terminaron el estudio, con edades entre 2 y 12 años, la mayoría tuvieron mejoría en la funcionalidad de la marcha, tono, dorsiflexión y abducción de tobillos al mes, que se mantuvo a los 4 meses.

**Conclusiones:** La toxina botulínica es un tratamiento eficaz para aumentar los arcos de movilidad y la funcionalidad de la marcha en los pacientes con hemiparesia y paraparesia espástica.

## Resumen

El tratamiento conservador está indicado durante la fase de mayor crecimiento de desarrollo de un niño, a partir de 1 a 4 años de edad, hasta los 7 años (en promedio).<sup>9</sup>

El tratamiento con toxina botulínica tipo A (TBA) revierte de manera temporal el proceso de acortamiento muscular, gracias a la interferencia con los mecanismos de liberación de vesículas de acetilcolina en la unión neuromuscular, con lo que se disminuye la hiperactividad y el tono muscular.<sup>7,10</sup>

Los objetivos perseguidos al aplicar la toxina sobre el músculo son:<sup>11</sup>

1) Disminuir gradualmente el potencial de la placa motriz, 2) Disminuir el estado de hipercontracción, 3) La relajación muscular, 4) Facilitar la extensibilidad, 5) En el caso de niños facilitar el crecimiento longitudinal del músculo, 6) Una mayor función tras la aplicación en los miembros inferiores en el patrón de la marcha, en la que observaremos mayor comodidad, equilibrio y una disminución de las caídas, 7) Prevenir complicaciones a largo plazo, 8) Favorece la colocación de ortesis y calzado, 9) Disminuir el dolor asociado a la postura mantenida, 10) Facilitar la rehabilitación.

Algunas publicaciones sugieren que el efecto combinado de tratamiento con TBA y rehabilitación integral podría ser más eficaz para mejorar la función motora gruesa, a comparación del tratamiento con TBA sola.<sup>5,12,13</sup>

Para optimizar la reducción de la espasticidad inducida por las inyecciones de TBA, se ha sugerido la terapia física intensiva, con sesiones que duren entre 45 a 60 minutos.<sup>5,9,14</sup> Las técnicas de rehabilitación usadas son:<sup>8</sup> crioterapia, estiramientos, trabajo de los músculos antagonistas, movilizaciones articulares, electroestimulación, técnicas de facilitación neuromuscular y otras técnicas de neurorehabilitación,

reeducación del equilibrio y propiocepción, y reeducación del patrón de la marcha.<sup>12,15</sup>

A pesar de que la toxina botulínica se utiliza con éxito desde hace 20 años, se han realizado pocos estudios que cuantifiquen la mejoría en la funcionalidad de la marcha posterior a la aplicación de la TBA, esto por la poca objetividad de la mayoría de las escalas, la variabilidad en la evolución natural de cada caso y la gran diferencia en el número de variables en cada paciente, lo que dificulta la interpretación de los resultados en la funcionalidad.<sup>16</sup>

Probablemente, la valoración más completa y objetiva es el análisis cinético y cinemático de la marcha, pero no suele estar al alcance de la mayoría de los clínicos.<sup>17,18</sup>

La escala de funcionalidad de la marcha Physician Rating Scale (PRE) fue creada por Koman debido a la falta de disponibilidad de otras escalas con adecuada especificidad y fiabilidad intraobservador e interobservador, la cual es útil para seguir la evolución de la posición del pie, rodilla y cadera.<sup>19</sup>

En la escala de Koman, el médico evalúa 5 componentes funcionales del ciclo de la marcha humana mientras los pacientes caminan descalzos sobre una distancia de al menos 4.5 metros. La calificación global es la suma de las seis puntuaciones de los componentes de ese paciente (escala 0-19, donde 19 son los “peores” resultados y 0 las “mejores” puntuaciones).<sup>3</sup>

La respuesta se define por el porcentaje de pacientes que presentan mejoría desde la escala base, en algún componente de la escala de un punto, y en el total de la escala se define como mejoría la disminución de 2 puntos, sin embargo hay estudios que marcan que la mejoría de 1 punto se considera como mejoría leve.<sup>11</sup>

La escala de Ashworth es una escala subjetiva que valora de 0 a 4 el grado de espasticidad; en general, parece muy útil en evaluaciones tras una única dosis, pero no tanto para valorar la mejoría a largo plazo de la espasticidad.<sup>7</sup>

Es conveniente registrar la velocidad de desplazamiento de la marcha antes del tratamiento, para poder comparar la mejoría o evolución posterior al tratamiento.<sup>7</sup> Asimismo, se recomienda hacer controles por lo menos en el momento de cada aplicación, uno a dos meses después para observar el efecto y en la siguiente inyección.<sup>7</sup>

El objetivo del presente estudio fue valorar el efecto de la aplicación de toxina botulínica tipo A y terapia física en la funcionalidad de la marcha, arcos de movilidad y contracturas, en pacientes con parálisis cerebral infantil espástica; esto, debido a que en México no existen estudios en los que se haya evaluado el efecto de la toxina botulínica en pacientes con parálisis cerebral infantil espástica en la funcionalidad de la marcha

## Métodos

El estudio se realizó de mayo 2010 a septiembre del 2011, en el Centro de Rehabilitación Infantil "Sra. Olivia Miramontes Aguirre", en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

Se consideraron como criterios de inclusión: pacientes con diagnóstico de PCI espástica monoparética, hemiparética, paraparética, que realizaran marcha, con firma del consentimiento informado por padres o tutores, las edades fueron de 2-12 años, con contracturas reductibles y diagnóstico de PCI en los que la espasticidad interfiriera en la función de la extremidad inferior. Se excluyeron los pacientes con contraindicaciones de la toxina botulínica tipo A, cirugía ortopédica de menos de 24 semanas. Con la presencia de ataxia o disquinesias. Se descartaron los

pacientes en los que no se concluyó la aplicación de toxina botulínica tipo A, que no acudieron a una de las evaluaciones, o que no acudieron a las sesiones de terapia física. Se revisaron 36 pacientes, de los cuales 6 pacientes se descartaron del estudio por inasistencia a las sesiones de terapia física o a las revisiones, y 30 pacientes terminaron el estudio.

A todos los pacientes se les evaluó: funcionalidad de la marcha en bipedestación por medio de la escala de Koman, velocidad de desplazamiento de la marcha, tono con escala de Ashworth y arcos de movilidad pasiva de las articulaciones en las que se aplicó la TBA (tipo Abobotulinum toxin-A) por el médico especialista de rehabilitación. La dosificación, dilución y el control de la inyección estuvo en manos del médico, quien tuvo que valorar a cada paciente y la dosis recomendada. Para optimizar la reducción de la espasticidad inducida por las inyecciones de TBA, los pacientes fueron enviados a 10 sesiones de terapia física intensiva para incrementar la fuerza muscular y los estiramientos. Cada sesión tuvo una duración de entre 45 a 60 minutos, y el tratamiento consistió en compresa húmedo-caliente a rodilla y/o tobillo; movilizaciones activas, activas-asistidas o pasivas, a extremidades inferiores (de acuerdo al control voluntario del paciente); estiramientos de psoas iliaco, isquiotibiales y/o gemelos, de acuerdo a las contracturas de cada paciente; electroterapia con corriente interferencial de 0-20 Hz, para reeducación muscular, de acuerdo a la exploración muscular; reeducación de marcha frente a espejo. Estas terapias se les otorgaron posteriores a la aplicación de TBA; se tomaron otras mediciones al mes y al cuarto mes, los pacientes

**Cuadro I** Resultados demográficos

Género	Mujer	15 (50%)
	Hombre	15 (50%)
Diagnóstico	Hemiparesia espástica derecha	11 (37%)
	Paraparesia espástica	10 (33%)
	Hemiparesia espástica izquierda	9 (30%)
Lateralidad de aplicación	Derecha	18 (60%)
	Izquierda	12 (40%)
Años	3 años o menos	7 (24%)
	4-5 años	12 (40%)
	6-10 años	10 (33%)
	Mayores de 10 años	1 (3%)
	No	16 (53%)
Aplicaciones previas	En 1 ocasión	9 (30%)
	En 2 o más ocasiones	5 (17%)

Fuente: pacientes a quienes se les aplicó TBA que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

**Cuadro II Dosis aplicadas**

	Pacientes a los que se les aplicó	Dosis (Media)	Dosis (Mediana)	Dosis (Mínima)	Dosis (Máxima)
Dosis total aplicada	30	240.33 Ui ( $\pm$ 133.71)	200 Ui	80 Ui	500 Ui
Músculos gemelos	29	74.65 Ui (De $\pm$ 22.51)	75 Ui	40 Ui	100 Ui
Músculos aductores	2	150 Ui*			
Músculos sóleos	3	43.33 (De 5.77 Ui)	40 Ui	40 Ui	50 Ui
Músculos isquiotibiales	3	80 (De 34.64 Ui)	100 Ui	40 Ui	100 Ui
Tibial posterior	11	65.45 (De 24.23 Ui)	50 Ui	40 Ui	100 Ui

\*A los dos pacientes se les aplicó la misma dosis

De = desviación estándar

Fuente: pacientes a quienes se les aplicó TBA que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

fueron enviados a otras 10 sesiones de terapia física posterior a cada evaluación.

Las pruebas para el análisis estadístico fueron: para las variables cualitativas, frecuencias y porcentajes; para las variables cuantitativas, media, desviación estándar, prueba t de Student para muestras relacionadas y coeficiente de correlación de Pearson. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 10.0.

## Resultados

Se revisaron 36 pacientes, 6 pacientes no concluyeron el estudio por inasistencia a las sesiones de terapia física o a las revisiones; 30 pacientes terminaron el estudio, con edades comprendidas entre 2 y 12 años ( $5.4 \pm 2.36$ ) (cuadro I).

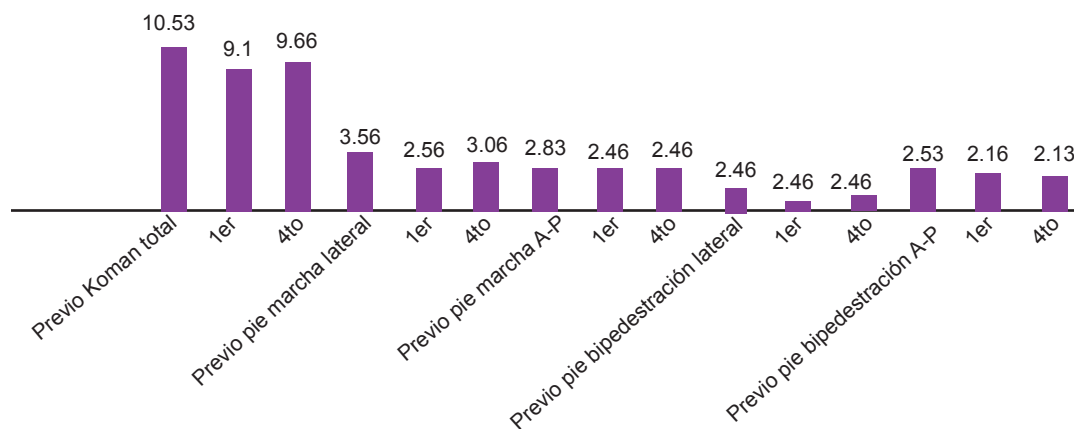
El tipo de parálisis cerebral infantil más frecuente fue la hemiparesia derecha, seguida de paraparesia con y hemiparesia izquierda.

## Dosis aplicadas

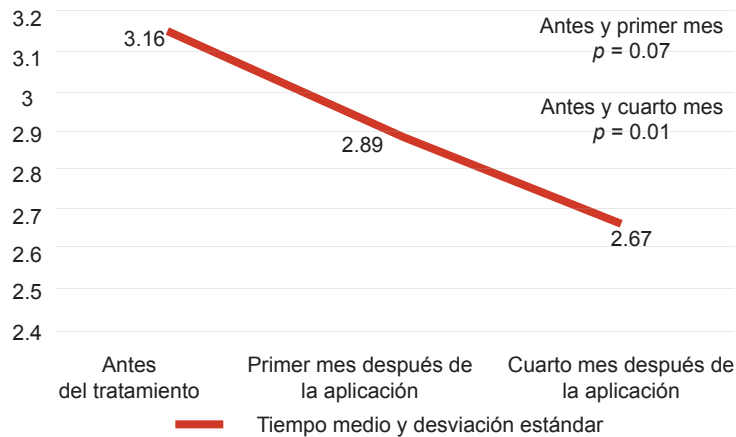
Los músculos en los que más se aplicó TBA fueron los gemelos, en 29 pacientes con dosis media de aplicación de 74Ui, y tibial posterior en 11 pacientes con dosis de 65Ui (cuadro II).

## Funcionalidad de la marcha

El mayor porcentaje de los pacientes a los que se les aplicó la toxina botulínica tipo A, respondieron con mejoría en la funcionalidad de la marcha, medida con la escala de Koman. Solo 7 pacientes (23%), no presentaron cambios en la escala al mes de la aplicación; sin embargo, 10 (33.3%) de los pacientes que habían mostrado mejoría, regresaron a los valores previos a la aplicación y 7 tuvieron disminución del puntaje respecto al primer mes. La mayor evolución satisfactoria fue en la subescala de pie en bipedestación en el plano lateral al mes (figura 1).

**Figura 1** Funcionalidad de la marcha con escala de Koman

Fuente: pacientes que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

**Figura 2** Resultado del tiempo (en segundos) en el que se realiza marcha de 2 metros

Fuente: pacientes que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

### Velocidad de la marcha

Encontramos disminución del tiempo en segundos para realizar la marcha de los dos metros, al primer mes ( $p = 0.07$ ), y cuarto mes ( $p = 0.01$ ), en relación a antes del tratamiento, por lo que corroboramos que esta diferencia se mantuvo a lo largo de las evaluaciones (figura 2).

### Arcos de movilidad pasiva

Después de la aplicación de la toxina, se identificó una mejoría en los siguientes arcos de movilidad pasiva de los pacientes estudiados: dorsiflexión de tobillos  $4.46 \pm 2.89$  al mes ( $p = 0.004$ ), que se mantuvo

a los 4 meses ( $p = 0.005$ ), y en la abducción de los tobillos de  $24.2 (\pm 10.2 \text{ DE})$  antes del tratamiento a  $23.8 (\pm 9.7 \text{ DE})$  después del tratamiento ( $p = 0.002$ ) (figura 3).

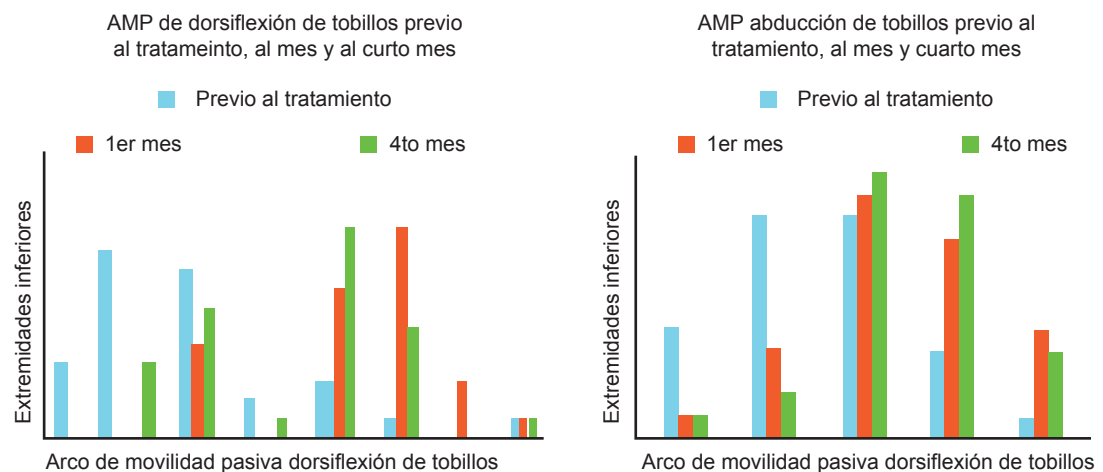
### Tono muscular

Los pacientes presentaron mejoría en el tono, medido con la escala de Ashworth al mes ( $p = 0.023$ ) y se mantuvo al cuarto mes ( $p = 0.001$ ) después del tratamiento (cuadro III).

### Discusión

El tratamiento con TBA mejora la funcionalidad de la marcha de manera significativa en los niños con hemiplejía y paraparesia espástica, cuando estos parámetros se evaluaron utilizando la escala de Koman al mes y se mantiene hasta el cuarto mes de tratamiento, aunque con una disminución de la ganancia obtenida al primer mes. Esto puede deberse a que la relajación de los músculos espásticos permite que estos se extiendan, fomenta su crecimiento y previene las contracturas. Estos cambios conducen a hacer más funcional la marcha y aumentar la velocidad de esta.<sup>17,20</sup>

La evaluación de la espasticidad con la escala de Ashworth mostró que había una respuesta significativa a TBA ( $p < 0.01$ ), no obstante algunos pacientes (2) regresaron a sus valores normales, pero el mayor porcentaje continuó con ganancia respecto a la revisión previa al tratamiento; esto a diferencia del estudio realizado por el Dr. Camargo, donde encontró que la mayoría de estos pacientes volvían a los valo-

**Figura 3** Arcos de movilidad de dorsiflexión y abducción de tobillos

Fuente: pacientes a quienes se les aplicó TBA que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

**Cuadro III** Tono muscular medido con escala de Ashworth

Tono muscular*	Antes del tratamiento*	Primer mes después de la aplicación*	Cuarto mes después de la aplicación*	p en relación a:
0	1 (3.3%)	9 (30%)	3 (10%)	Antes del tratamiento y 1er mes: 0.023 Antes del tratamiento y 4to mes: 0.001
1	13 (43.3%)	13 (43.3%)	14 (46.7%)	
2	5 (16.7%)	4 (13.3%)	8 (26.7%)	
3	11 (36.7%)	4 (13.3%)	5 (16.7%)	
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	

\*Escala de Ashworth

p significativa &lt; 0.05

Fuente: pacientes a quienes se les aplicó TBA que acudieron al CRI DIF "Sra. Olivia Miramontes Aguirre"

res previos de la aplicación a los 180 días; aunque es importante mencionar que en este estudio se evaluó a los pacientes por un periodo de 120 días, donde el efecto de la TBA disminuye, pero aún puede encontrarse en algunos de los pacientes, ya que estudios muestran que aunque los efectos de una sola dosis de TBA duraron un promedio de tres a seis meses en niños con parálisis cerebral,<sup>12</sup> cabe la posibilidad de que los pacientes del estudio aún continuaran bajo efecto de la TBA, y puede deberse a esto que el número de pacientes que habían regresado a los valores previos a la evaluación, sean menores que los obtenidos en otros estudios.<sup>7</sup>

El mejor posicionamiento de los pies también fue confirmado por la reducción de la espasticidad en los músculos que conforman el tríceps sural, medido en la escala de Ashworth. Las explicaciones fisiológicas para este cambio pueden ser no solo el debilitamiento de los gemelos y el sóleo, sino también el aumento de la longitud de la unión músculo-tendinoso de la unidad del gastrocnemio, y una mayor función de los músculos antagonistas o una combinación de estos eventos. Cualquiera de estos efectos podría ser el resultado directo de la denervación química causada por la TBA, y es poco probable que se produzca de manera espontánea.<sup>7,12</sup>

Hesse et al. informaron de una mejoría notable en el equino, seguida por una postura más erguida en la marcha después de la inyección de TBA en los músculos gemelos e isquiotibiales.<sup>14,21,22</sup> Sin embargo, no hubo cambio funcional de acuerdo con los instrumentos de evaluación utilizados. Reddihough et al. observaron modificaciones discretas en la marcha después de tres meses de seguimiento, pero no continuaron con las evoluciones funcionales después de 3 o 6 meses.<sup>22,23</sup>

La velocidad de la marcha también se modificó significativamente como resultado del uso de la TBA ( $p < 0.01$ ), aunque no se presentó este cambio al mes tras la aplicación; a diferencia de el estudio del Dr. Camargo que mostró un aumento de la velocidad al mes, aunque no se mantuvo al cuarto mes.<sup>20,24,25</sup>

## Conclusiones

La toxina botulínica es un tratamiento eficaz para mejorar la funcionalidad, la velocidad de la marcha y aumentar los arcos de movilidad en los pacientes con hemiparesia y paraparesia espástica, sin efectos adversos.

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de la TBA aplicado en una sola sesión, la cual fue segura y efectiva; sin embargo, los cambios se observaron con mayor intensidad cuando el efecto de la medicación aún estaba en su mayor periodo terapéutico al mes y disminuyeron a los cuatro meses, por lo que se sugiere que continuar con las inyecciones en serie de la TBA puede conducir a una mayor reducción de la espasticidad focal y permite que los niños con parálisis cerebral aprendan patrones de movimiento que se asemejan más a los normales, y aumenten su velocidad de marcha y el equilibrio, así como un incremento en el tamaño del paso cuando caminan por más tiempo. Si a esto sumamos la terapia física, se pueden prolongar y amplificar mas los efectos de la aplicación de TBA.

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.



## Referencias

- Himmelman K, Hagberg G, Beckung E, Hagberg B, Uvebrant P. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. Prevalence and origin in the birth-year period 1995-1998. *Acta Paediatr.* 2005;94(3):287-94.
- Florian H, Desloovere K, Schroeder S. The updated European Consensus 2009 on the use of botulinum toxin for children with cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology.* 2009;30:1-22.
- García-Benítez C, Venta-Sobero JA, Hernández-Sánchez J, Navarro-Vargas JL. Consenso mexicano para la aplicación de toxina botulínica en padecimientos neurológicos. *Revista Mexicana de Neurociencia.* 2009;10(2):107-111.
- Camargo CH, Hélio AG. Botulinum toxin type a in the treatment of lower-limb spasticity in children with cerebral palsy. *Arq Neuropsiquiatr.* 2009;67(1):62-68.
- Scholtes V, Dallmeijer A. The combined effect of lower-limb multilevel botulinum toxin type A and comprehensive rehabilitation on mobility in children with cerebral palsy: A randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(12):s70-77.
- Vivancos-Matellano F, Pascual-Pascual SI, Nardi-Vilardaga J, Miquel-Rodríguez F, de Miguel-León I, Martínez-Garre MC et al. Guía del tratamiento Integral de la espasticidad. *Rev Neurol.* 2007;45(6):365-375.
- Pascual-Pascual SI. Guía terapéutica de la espasticidad infantil con toxina botulínica. *Rev Neurol.* 2007;44(5):303-309.
- Johnson DC, Damiano DL, Abel MF. The evolution of gait in childhood and adolescent cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 1997;17:392-6.
- Shapiro BK. Cerebral palsy: A reconceptualization of the spectrum. *J Pediatr.* 2004;145(Suppl 2):S3-7.
- Cosgrove AP, Graham HK. Botulinum toxin A prevents the development of contractures in hereditary spastic muscle. *Dev Med Child Neurol.* 1994;36:379-85.
- Aguilar-Barberá M, Calopa-Garriga M, Sánchez-Dalmau B. Indicaciones actuales del tratamiento con toxina botulínica. *Rev Neurol.* 1997;25:138-270.
- Garreta-Figuera R, Chaler-Vilaseca J, Torrequera-Giménez A. Guía de práctica clínica del tratamiento de la espasticidad con toxina botulínica. *Rev Neurol.* 2010;50(11):685-699.
- Agencia de Evaluación de Tecnologías e Investigación Médicas de Cataluña. Guía de práctica clínica del ictus. 2a ed. Barcelona: AATRM; 2007.
- Gage JR, Schwartz M. Pathological gait and lever-arm dysfunction. London: Mac Keith Press; 2004. 80-204.
- Dr. Marcelo Merello, Fisiopatología, Clínica, y Tratamiento de la espasticidad, Rev Sección Movimientos Anormales, Instituto de Investigaciones Neurológicas Raúl Carrea –FLENI- Buenos Aires Argentina, Vol 7, num 2, 34-37
- Forsberg H, Tedroff K. Botulin toxin treatment in cerebral palsy: Intervention with poor evaluation? *Dev Med Child Neurol.* 1997;39:635-40.
- Pascual-Pascual SI. Tratamiento preventivo y paliativo con toxina botulínica de la cadera en el niño con parálisis cerebral infantil. *Rev Neurol.* 2003;37:80-2.
- Carew T. Posture and locomotion. Principles of neural sciences. New York; Elsevier: 1996.
- Koman LA, Mooney JF, Smith BP, Walker F. Botulinum toxin type A neuromuscular blocked in the treatment of lower extremity in cerebral palsy: A randomized, double-blind, placebo controlled trial. *J Pediatr Orthop.* 2000;20:108-115.
- Hazneci B, Tan AK, Guncikan MN. Comparison of the efficacy of botulinum toxin A and Johnstone pressure splints against hip adductor spasticity among patients with cerebral palsy, a randomized trial. *Mil Med.* 2006;171:653-656.
- Hense S, Brandl-Hesse B, Seide U. Lower limb muscle activity in ambulatory children with cerebral palsy before and after the treatment with Botulinum toxin A. *Restor Neurol Neurosci.* 2000;17(1):1-8
- Reddihough DD, King JA, Coleman GJ et al. Functional outcome of botulinum toxin A injections to the lower limbs in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44:820-27.
- Reddihough D, Bach T, Burgess G, Oke L, Hudson I. Comparison of subjective and objective measures of movements performance of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1991;33:578-84.
- Sutherland DH, Kaufman KR, Wyatt MP, Chambers HG. Injection of botulinum A toxin into the gastrocnemius muscle of patients with cerebral palsy: A 3-dimensional motion analysis study. *Gait Posture.* 1996;4:269-279.
- Boyda RN, Haysb RM. Current evidence for the use of botulinum toxin type A in the management of children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Neurology.* 2001;8(Suppl 5):1-20.