

**Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación**

Volumen
Volume **17**

Número
Number **1**

Enero-Marzo
January-March **2005**

Artículo:

**Utilidad de la estimulación eléctrica
neuromuscular posterior a la aplicación
de toxina botulínica en niños con
hemiparesia espástica**

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

***Others sections in
this web site:***

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Utilidad de la estimulación eléctrica neuromuscular posterior a la aplicación de toxina botulínica en niños con hemiparesia espástica

Dra. Leticia Díaz Martínez,* Dra. María Elena Arellano Saldaña,* Dra. Martha Griselda del Valle Cabrera,* Dr. Antonio Miranda Duarte,** Ing. Biomédico Gerardo Rodríguez Reyes,***
Ing. Biomédico Alessi Montero Aldo***

RESUMEN

Introducción: La estimulación eléctrica neuromuscular y la toxina botulínica tipo A han sido aplicadas de manera independiente en adultos y niños para manejo de espasticidad con resultados diversos. No existen estudios de la utilización conjunta de estas modalidades de tratamiento en el manejo de la espasticidad en pacientes pediátricos. **Objetivo:** Valorar la efectividad del tratamiento conjunto de la toxina botulínica y estimulación eléctrica en el manejo de la espasticidad secundaria a parálisis cerebral infantil. **Material y métodos:** Ocho pacientes pediátricos con hemiparesia espástica, ambulatorios, sin deterioro visual, cognitivo o del comportamiento. Recibieron toxina botulínica en músculos agonistas espásticos, electroterapia en músculos antagonistas, terapia física y ocupacional. Se realizó análisis de movimiento con sensores electromagnéticos y valoración de la funcionalidad manual por la prueba de función manual de Jebsen al inicio y final de tratamiento. **Resultados:** Se realizó estadística descriptiva y comparativa con prueba de Kruskal-Wallis y Wilcoxon. Observando mejoría significativa en la función manual evaluada de manera global ($p = 0.03$). La espasticidad y el rango de movimiento no se modificaron significativamente. **Conclusión:** Nuestro estudio demuestra que el uso de dosis bajas de toxina botulínica y estimulación eléctrica de baja frecuencia utilizadas en conjunto, mejoran la funcionalidad de la extremidad hemiparética.

Palabras clave: Parálisis cerebral, espasticidad, estimulación eléctrica neuromuscular, toxina botulínica.

ABSTRACT

Introduction: Neuromuscular electrical stimulation and botulinum toxin type A injections have been independently used in the pediatric and adult population for the management of spasticity with varying results. However studies are lacking in the combined use of these two modalities for the treatment of pediatric spasticity. **Objective:** To assess the effectivity of combined treatment with neuromuscular electrical stimulation and botulinum toxin in pediatric patients with spasticity secondary to cerebral palsy. **Material and methods:** Eight ambulatory pediatrics patients with spastic hemiparesis, without cognitive, visual or conduct alterations. Botulinum toxin was applied on the patients spastic agonist muscles, low frequency bifasic simetric current was applied on antagonist muscles. Patients also received occupational and physical therapy. Movement analysis was done with electromagnetic sensors, manual functionality was assessed with the Jebsen manual function test at the beginning and end of treatment. **Results:** Descriptive and comparative statistics were done with the Kruskal-Wallis and Wilcoxon test. Significant improvement was observed in global manual functioning ($p = 0.03$). Spasticity and range of movement did not vary significantly. **Conclusions:** Our study shows that the combined use of low dose BTA injections and NMES at low frequency, improve function of hemiparetic extremity.

Key words: Cerebral palsy, spasticity, neuromuscular electrical stimulation, botulinum toxin.

“Artículo aceptado para presentación como trabajo libre en el Congreso de la Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, A. C. Chihuahua. Octubre 2004”.

* Departamento de Investigación.

** División Ingeniería Biomédica. Laboratorio de Análisis de Movimiento Humano.

*** Secretaría de Salud.

División Rehabilitación Pediátrica. Servicio de Parálisis Cerebral Infantil y Estimulación Temprana.
Centro Nacional de Rehabilitación. Av. México-Xochimilco 289. Col. Arenal de Guadalupe. Tlalpan. CP. 14389. México, DF.

Abreviaturas:

EENM: Estimulación eléctrica neuromuscular. PCI: Parálisis cerebral infantil. SNC: Sistema nervioso central. TBA: Toxina botulínica Tipo A.

INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil se caracteriza por alteraciones en la postura y movimiento que aparece como resultado de una lesión, daño o disfunción del sistema nervioso central (SNC), sin carácter progresivo^{1,2}.

Se estima que 2 x 1000 habitantes en el mundo desarrollado sufren de parálisis cerebral infantil (PCI) y que la mitad de éstos tienen afección de extremidades superiores³. Una de las alteraciones más difíciles de tratar en pacientes con PCI es la espasticidad, un fenómeno asociado a daño del sistema nervioso central (SNC) caracterizado por un aumento del tono muscular e hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento, acompañado de reflejos cutáneos y autonómicos anormales que ocasiona pérdida de destreza, paresias, espasmos dolorosos y fatiga, limitando la capacidad de las personas para desarrollar actividades funcionales^{2,4-6}. La espasticidad ha sido tratada con medicamentos, procedimientos quirúrgicos, medios físicos, terapia física, y utilización de aparatos ortésicos. Estos tratamientos convencionales han logrado beneficios, aunque no siempre son efectivos^{5,6}. La toxina botulínica tipo A (TBA) ejerce su efecto al prevenir la liberación de acetilcolina de las vesículas presinápticas, produciendo un bloqueo nervioso y atrofia muscular reversible⁴. Ha sido usada para tratar a pacientes con distonía cervical, blefaroespasmo, espasmo hemifacial, y estrabismo. Su uso en espasticidad fue probado por primera vez en 1990 y su utilización en pacientes con PCI fue reportada por primera vez en 1993 por Koman y colaboradores⁷. Se recomienda como una técnica temporal para disminuir de la espasticidad y aumentar en el rango de movimiento^{2-4,6,7}. Se ha usado en niños con diaplejía espástica desde los 12 meses de edad, afirmándose que es más efectiva en edades más tempranas cuando los patrones de movimiento todavía pueden ser moldeados, el músculo puede ser estirado y las contracturas pueden ser prevenidas, hay investigaciones donde el promedio de edad de la primera aplicación es hasta los 6.2 años de edad y otras donde se observa que pacientes menores de 4 años sin contracturas fijas responden más favorablemente al tratamiento que pacientes de mayor edad⁸. La TBA puede mejorar la función de las extremidades superiores por corto tiempo y de manera inconsistente, prevenir la aparición de contracturas y mejorar la apariencia estética. Es efectiva en la reducción de tono y mejora del patrón de movimiento en pacientes con PCI^{1-3,9-13}.

La electroterapia es otra modalidad de tratamiento empleada en espasticidad, las corrientes más utilizadas para este fin abarcan la gama de las bajas frecuencias (de 1 a 800 Hz). La aplicación de estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) para disminuir temporalmente la espasticidad es más común sobre los músculos antagonistas o no espásticos aunque se ha demostrado que la aplicación sobre el músculo

agonista espástico también disminuye la espasticidad, probablemente debido a la fatiga muscular que se produce y al aumento del riego sanguíneo local que combinado con la secreción de hormonas tróficas puede favorecer el crecimiento del músculo espástico hipotrófico mejorando secundariamente la función^{14,15}. La EENM es un método no invasivo, bien tolerado por los pacientes y con mínimos efectos adversos, utilizado para mejorar el rango de movimiento, reducir temporalmente la espasticidad, facilitar el control motor, reeducar al músculo, asistir en el control de la marcha, aumentar la fuerza, coordinación y mejorar la propiocepción¹⁴⁻¹⁶. Estudios realizados en pacientes adultos demuestran que el uso de la EENM junto con la TBA es más efectivo que el uso independiente de la TBA en el tratamiento de la espasticidad crónica secundaria a evento vascular cerebral produciendo reducción de tono muscular y mejora del patrón de marcha en pacientes hemiparéticos¹⁷⁻¹⁹. La mayoría de los estudios realizados se han descrito en adultos y existen pocos en niños. El primer estudio realizado en niños con PC se publicó en 1991, realizado por Atwater y colaboradores en 2 pacientes de 11 y 12 años de edad, que recibieron 3 sesiones semanales de 20 minutos por 8 semanas, aunque no se registró mejoría significativa, se demostró que esta modalidad de tratamiento es posible en este tipo de pacientes. En 1993 y 1997 Carmick demostró que el uso de estimulación eléctrica en miembro superior en pacientes con PC puede mejorar la fuerza, el agarre, la liberación, incrementar la conciencia y el uso espontáneo de la extremidad afectada^{3,20-22}.

La meta de cualquier programa de tratamiento para la PCI espástica es maximizar la función y minimizar el desarrollo de problemas secundarios, disminuir el número de caídas, mejorar la participación en actividades con otras personas, mejorar su apariencia estética, desarrollar sus habilidades cognitivas, habilidades sociales, estado emocional e independencia.

La utilización de TBA y EENM han demostrado ser útiles en padecimientos asociados a espasticidad, este estudio pretende valorar la efectividad del tratamiento conjunto con TBA y EENM en el manejo de la extremidad superior espástica en pacientes con PCI.

MÉTODO

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, descriptivo y experimental, en el Centro Nacional de Rehabilitación (CNR) de la ciudad de México, en la división de rehabilitación pediátrica, servicio de estimulación temprana y PCI, en una población pediátrica con las siguientes características:

Criterios de inclusión: Pacientes con parálisis cerebral infantil tipo hemiparesia espástica moderada, ambos sexos, de 3 a 6 años de edad, ambulatorios, espasticidad menor de

4 en la escala modificada de Ashworth²³, cociente intelectual mayor o igual a 70, sin deterioro visual, sin problemas de conducta, sin patología agregada, con aceptación y firma de consentimiento informado por padres o tutores.

Criterios de exclusión: Lesiones en piel en o cerca de la zona a tratar, obesidad severa.

Criterios de eliminación: Coeficiente intelectual de 69 o menor, hipersensibilidad a la corriente eléctrica, 2 faltas consecutivas.

Los padres de todos los pacientes incluidos en el estudio recibieron una sesión de información al inicio del programa de tratamiento y firmaron hoja de consentimiento informado, el estudio se realizó apegado a las normas del Comité de Ética del CNR siguiendo las normas de la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983. Se realizó historia clínica completa, examen físico y neurológico a cada uno de los pacientes, valorando el grado de espasticidad por la escala modificada de Ashworth al inicio y al final del estudio. Todos los pacientes se canalizaron al departamento de psicología para determinar su cociente intelectual por la prueba de Terman²⁴ para pacientes de 2 a 3 años y la prueba de WPPSI²⁵ para pacientes de 4 a 6 años. Los pacientes con cociente intelectual menor de 70 puntos no se incluyeron en el estudio. Se valoró el grado de función manual por la escala de función manual de Jebsen²⁶ realizando 6 de las tareas de la prueba en ambas extremidades superiores, voltear cartas, levantar objetos pequeños (2 clips, 2 tapas de botella, 2 monedas pequeñas) y colocarlos en un contenedor, apilar 3 cubos pequeños, simular alimentación llevándose una cuchara hacia la boca, mover un envase vacío y mover un envase pesado de 250 g. La prueba se realizó en un lugar cómodo y tranquilo, colocando las tarjetas a 15 cm del borde de la mesa y los envases a 20 cm.

En el laboratorio de análisis de movimiento humano del Centro Nacional de Rehabilitación, se realizó análisis cinemático de miembro superior derecho. El estudio de análisis de movimiento consistió en la valoración, previa y posterior al tratamiento, de la amplitud en el rango de movimiento de las articulaciones del hombro (plano sagital), del codo (plano sagital) y de la muñeca (planos sagital y medio-lateral).

Para realizar la medición se utilizó el equipo 6-D Research de Skill Technologies, sistema basado en tecnología electromagnética con una frecuencia de muestreo de 120 Hz y resolución mínima de 1 pulgada. Se empleó un modelo biomecánico simple que el software para análisis provee y que contempla únicamente torso y extremidad superior derecha; la configuración utiliza 3 sensores y 12 puntos de digitalización para realizar la reconstrucción tridimensional y cálculo de parámetros. Los tres sensores se colocaron en la región central del dorso de la mano, en el tercio distal del húmero, inmediatamente arriba del olecranon y sobre la cuarta vértebra cervical. Los puntos de digitalización se realizaron en el

borde superior del esternón sobre la línea medial y en el punto correspondiente a éste sobre la espina dorsal a nivel de la séptima vértebra cervical, en la parte lateral, anterior y posterior del acromio, sobre el epicóndilo medial y lateral del húmero, en la apófisis estiloide radial y cubital, en la zona central comprendida entre la región tenar e hipotenar en la mano, y en las cabezas del segundo y quinto metacarpo. Se analizaron los siguientes ángulos: flexión y extensión de muñeca, abducción y aducción de muñeca (desviación radio-cubital), flexión y extensión de codo y flexión y extensión de hombro.

Después de colocar los sensores y marcar los puntos de digitalización en cada paciente, se le solicitó realizar los movimientos anteriormente descritos. La información se registró y analizó con el software del equipo.

Posterior al análisis de movimiento se seleccionaron los músculos para aplicación de TBA de acuerdo al patrón clínico que presentaban los pacientes, la aplicación se efectuó vía intramuscular en dosis de 1 a 2 U/kg de peso en 3 a 5 músculos (bíceps, brachioradialis, pronator quadratus, pronator teres, flexor carpi radialis, adductor pollicis). La localización del sitio de aplicación del biológico se determinó por el conocimiento anatómico y palpación muscular en los puntos motores, siguiendo técnica de aplicación estéril^{1,27} diluyendo 100 u de TBA (Botox®, Allergan) en 1 mL de solución salina normal. Se vigiló la aparición de efectos adversos de TBA¹.

Posterior a la aplicación de TBA, los pacientes recibieron 10 sesiones de terapia física y 10 sesiones de terapia ocupacional en la institución durante una hora diaria con un periodo de descanso de 2 días entre cada 5 sesiones en los cuales recibieron:

Terapia ocupacional: Actividades bimanuales con diferentes texturas y formas, actividades tendientes a mejorar coordinación visomotriz con uso de material didáctico en diferentes tamaños, formas, colores y texturas, manejo de conceptos temporo-espaciales, reconocimiento de esquema corporal frente a espejo, actividades de vestido, desvestido, higiene y alimentación.

Terapia física: Técnicas de neurofacilitación y neurorreinajación en base a método Bobath (terapia de neurodesarrollo), movilizaciones activoasistidas al hemicuerpo afectado mejorando arcos de movimiento, estiramientos, lentos y suaves a pectorales, bíceps, tríceps, pronator teres, pronator quadratus, palmar mayor, palmar menor, cubital anterior, flexores de dedos y músculos de eminencia tenar, educación de la marcha por fases y variantes en terreno regular e irregular, salto alterno y equilibrio monopodálico.

Al terminar las 10 sesiones de terapia física e institucional previo al inicio de tratamiento con EENM se realizó una prueba de tolerancia a la corriente eléctrica para eliminar la posibilidad de hipersensibilidad, manifestada por dolor in-

tenso, no tolerable y datos de irritación sobre la zona aplicada. Se vigilaron las contraindicaciones de la aplicación de EENM¹⁴. La EENM se comenzó a aplicar 15 días después de la aplicación de TBA.

Para la EENM se utilizó un equipo Intelec 340 Combo utilizando pulsos de corriente simétrica bifásica, con una duración de pulso de 300 milisegundos, frecuencia a 35 pps, con una rampa de ascenso y descenso de 0.5 seg., un tiempo on/off 15/15, la amplitud de corriente se incrementó lentamente sin producir contracción máxima y a tolerancia de cada paciente colocando el electrodo activo en el punto motor y la referencia sobre el grupo muscular de los extensores de muñeca.

Se utilizaron los mismos sitios de estimulación durante todo el tratamiento. El aparato se calibró antes del inicio de cada sesión de tratamiento. Únicamente la amplitud se ajustó hasta colocar los electrodos al paciente.

Durante las sesiones de electroterapia se colocó al paciente en una posición cómoda, se localizó el punto motor de los músculos antagonistas sobre los que se aplicó la corriente. Se usaron dos tipos de electrodos pregalados, autoadheribles unos recortados de acuerdo a la extremidad del niño pero nunca más pequeño que una pulgada de diámetro y otros con medida predeterminada de 2 pulgadas de diámetro. Una vez colocado el electrodo se ajustó la amplitud de la corriente, incrementándola lentamente a tolerancia del paciente y nunca a contracción máxima. La estimulación eléctrica se aplicó por 20 minutos por paciente durante los cuales se le estimuló a realizar actividades manuales de agarre, traslado y liberación utilizando material didáctico de diversos colores, formas, tamaños y texturas.

Al término de 12 sesiones de electroterapia se realizó por segunda ocasión la valoración de la espasticidad por la escala modificada de Ashworth, análisis de movimiento con el equipo 6D-research de skill Technologies y valoración de la función manual con las 6 tareas mencionadas de la prueba de Jebsen. Se recabaron los resultados de todos los pacientes y posteriormente recibieron 10 sesiones de hidroterapia en tina de Hubbard por 30 minutos diariamente, con movilizaciones activoasistidas bajo el agua de hemicuerpo afectado. Al salir de la tina realizaron estiramientos lentos y suaves a pectorales, bíceps, tríceps, pronador redondo, pronador cuadrado, palmar mayor, palmar menor, cubital anterior, flexores de dedos, músculos de eminencia tenar, músculos flexores de cadera, isquiotibiales, soleo y gemelos. Se dio por terminado el estudio con indicación de continuar su tratamiento y citas subsecuentes en el servicio de rehabilitación pediátrica.

ESTADÍSTICA

Al inicio del estudio, se calculó el tamaño mínimo de muestra por la fórmula del tamaño de muestra para calcular pro-

medios obteniéndose una muestra mínima de 7 pacientes. Se inició el estudio con 10 pacientes, uno lo abandonó al no aceptarse la firma del consentimiento informado, un paciente vivía lejos del centro y los padres decidieron suspender el tratamiento por motivos económicos. Se incluyeron 8 pacientes en el estudio, 2 femeninos y 6 masculinos con un rango de edad de 3 a 6.2 años con un promedio de 4.6.

Para valorar los resultados del análisis de movimiento cinemático se utilizó el paquete SPSS v. 10.01 realizándose la prueba de Wilcoxon. El nivel de significancia α fue de 5%.

Para analizar los resultados de la prueba de función manual se utilizó programa Stata SE 8.0, realizándose estadística descriptiva y la comparación con prueba de Kruskal - Wallis y Wilcoxon. El nivel de significancia α fue de 5%.

RESULTADOS

Los 8 pacientes incluidos en el estudio terminaron el programa de tratamiento. El *cuadro 1* muestra las características de la muestra estudiada y el tratamiento recibido. No se reportaron efectos adversos posteriores a la aplicación de TBA y EENM.

El *cuadro 2* muestra los valores en ángulos del rango total de movimiento medidos antes y después del tratamiento y los estadísticos descriptivos de las mediciones así como el valor p para cada movimiento analizado.

En ninguno de los casos se encontró significancia estadística. Dos pacientes no realizaron la prueba para valoración del rango de movimiento en abducción y adducción de muñeca (desviación radio-cubital) porque al momento de la prueba no lograban comprender la orden para realizar el movimiento solicitado.

A pesar de no haberse encontrado significancia estadística, se observaron algunos cambios: para el movimiento de flexión y extensión del hombro, seis pacientes mostraron un incremento en el rango de movimiento, mientras que en sólo dos hubo una disminución. El mismo resultado se obtuvo en la prueba de flexión y extensión de muñeca. En la prueba de flexión y extensión de codo cuatro pacientes mostraron aumento y 5 disminuyeron. En la prueba de desviación radio-cubital sólo participaron 6 pacientes, de ellos, uno mostró un decremento en el rango de movimiento y los otros seis lo incrementaron; destaca aquí, sin embargo, la magnitud de la desviación estándar calculada para la medición previa al tratamiento.

Al analizar los resultados de la prueba de función manual de Jebsen, no se observó mejoría significativa en la función por ejecución de tareas individuales analizada por la prueba de Kruskal-Wallis ($p = 0.3337$).

Se observó mejoría significativa en la función manual evaluada de manera global por la prueba de Wilcoxon ($p = 0.03$).

Los resultados de los tiempos cronometrados en ambas manos en la prueba de Jebsen se muestran en el *cuadro 3* y en la *figura 1*.

Cuadro 1. Características de la muestra estudiada y tratamiento recibido.

Paciente	Sexo	Edad/m	Diagnóstico	CI	Músculos	Total	Dosis	A. corriente
1	f	74 m	PCIHED	94	BB, FCU, PT	3	56 U	15 mA
2	m	36 m	PCIHED	92	PT, OP, FCU, FCR, AP	5	130 U	14 mA
3	f	62 m	PCIHED	90	BB, PT, PC, AP, OP	5	82 U	14 mA
4	m	41 m	PCIHED	73	BB, PT, PQ, FCU	4	70 U	15 mA
5	f	64 m	PCIHED	93	BB, PT, PQ, FCR	4	80 U	14 mA
6	m	42 m	PCIHED	93	BB, PT, FCR	3	61 U	14 mA
7	m	53 m	PCIHED	93	BB, PT, PQ	3	76 U	15 mA
8	m	54 m	PCIHED	92	PT, PQ, FCR	3	96 U	14 mA
Promedio		53.25 m		90		3.75	81.375 U	14.375 mA

Abreviaturas: pac, paciente; m, meses; DX, diagnóstico; PCIHED, parálisis cerebral infantil hemiparesia espástica derecha; CI, cociente intelectual; BB, bíceps brachii; FCU, flexor carpi ulnaris; PT, pronator teres; OP, opponens pollicis; FCR, flexor carpi radialis; AP, adductor pollicis; PQ, pronator quadratus.

Cuadro 2. Valores medidos y estadísticos del análisis de movimiento.

N	Hombro		Flexión-Extensión(°)			Desviación Radio-Cubital (°)		
	Pre	Post	Codo		Pre	Post	Pre	Post
			Pre	Post				
1	110.97	114.13	151.85	110.18	25.77	57.52	1.64	61.01
2	61.20	148.99	108.00	112.59	97.14	71.80	36.26	40.32
3	115.56	194.98	145.92	117.55	50.26	64.30	.	.
4	136.66	136.70	112.25	156.74	20.70	55.16	.	.
5	134.80	247.61	145.33	157.21	19.47	92.71	39.54	27.10
6	153.60	238.92	184.37	111.23	50.80	189.33	15.12	27.74
7	194.98	152.99	109.04	168.86	88.53	94.59	11.54	50.56
8	154.82	127.79	102.02	87.39	59.92	48.02	10.36	24.89
VM	132.8	170.26	132.3	127.7	51.5	84.1	19	38.60
σ	39.1	50.9	29	29.1	29.6	45.7	15.2	14.70
R+	6		4		6		5	
R-	2		4		2		1	
P	0.123		0.779		0.093		0.075	

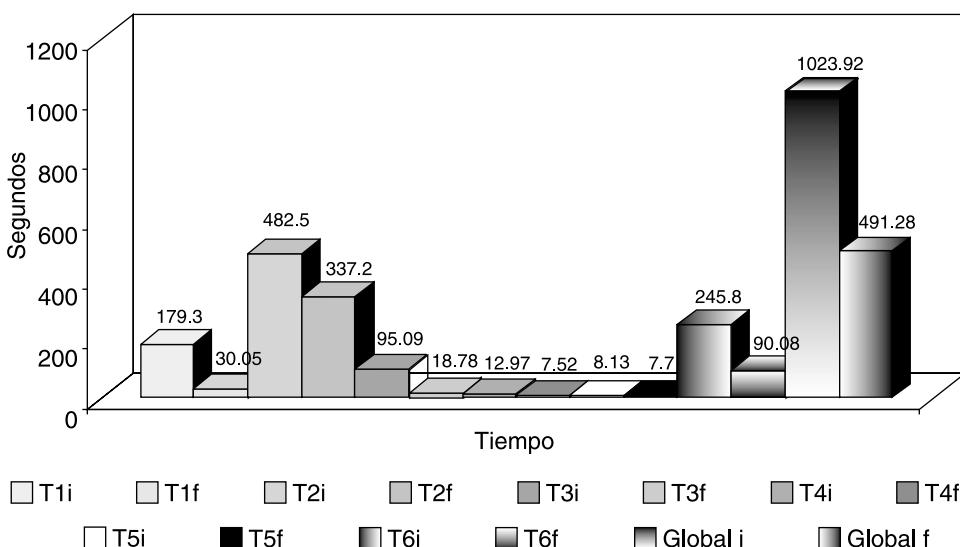
VM; valor medio, R+; rangos positivos, R-; rangos negativos

Rangos positivos: Medición Pre < Medición Post, Rangos negativos: Medición Pre > Medición Post.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de función manual de Jebsen (en segundos).

Actividades	Mano derecha Inicio	(Tiempo) Fin	Mano izquierda Inicio	(Tiempo) Fin
T1. Voltear cartas	179.29	30.05	11.8	8.92
T2. Levantar objetos	482.5	337.2	11.04	10.06
T3. Apilar fichas	95.09	18.77	5.18	4.32
T4. Simular alimentación	12.96	7.51	1.29	0.97
T5. Mover envases vacíos	8.13	7.69	1.41	1.6
T6. Mover envases pesados	245.8	90.03	2.49	2.54
Promedio \pm SD	170.6 \pm 215.7	81.87 \pm 128.8	5.535 \pm 1.65	4.75 \pm 0.69
Valor de P	0.0357		0.1614	

Abreviaturas: T, tarea; SD, desviación estándar.



Abreviaturas: T, tarea; i, inicial; f, final. T1, voltear cartas; T2, levantar objetos pequeños; T3, apilar cubos; T4, simular alimentación; T5, mover envases vacíos; T6, mover envases pesados; Global i, resultado global inicial; Global f, resultado global final.

Figura 1. Resultados de prueba de función manual de Jebsen.

DISCUSIÓN

Estudios previos han confirmado los efectos positivos que tiene el uso de la TBA y EENM en el tratamiento de la espasticidad. Hurwitz en el año 2000 sugiere analizar cuantitativa y cualitativamente los resultados del tratamiento en el manejo de la espasticidad en pacientes con PCI, Yang en el 2003 investiga los efectos de la TBA en un grupo de pacientes con PCI espástica con localización heterogénea, encontrando cambios en el patrón de movimiento y disminución en el grado de espasticidad analizando los resultados con pruebas cuantitativas y cualitativas. Él observa que el tratamiento no produce una mejoría significativa de la funcionalidad a pesar de la disminución de espasticidad y por ello sugiere que tal vez los resultados dependan de la elección de un candidato adecuado. Su estudio al igual que el nuestro, contó con una muestra pequeña y un corto periodo de seguimiento. Sin embargo, observamos que la elección de un candidato de edad temprana, con un cociente intelectual suficiente para cooperar activamente durante la terapia física, ocupacional y durante la aplicación de la electroterapia así como el apego de los padres y el paciente al tratamiento, pueden ser factores que influyen favorablemente en la obtención de mejores resultados.

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio demuestra que el uso de dosis bajas de TBA y EENM de baja frecuencia utilizadas en un mismo programa de rehabilitación, mejoran la funcionalidad de la extremidad hemiparética en pacientes pediátricos con PCI.

Se sugiere la realización de futuras investigaciones con un diseño de estudio más elaborado que incluya grupos con-

troles, un mayor tamaño de muestra y un periodo de seguimiento más largo para determinar la influencia e importancia de la edad y elección de un candidato ideal en la obtención de mejores resultados.

REFERENCIAS

1. Barry S, Russman, MD. Cerebral palsy: A rational Approach to a treatment protocol and the role of botulinum toxin in treatment. Muscle and nerve. Suplement 6; 1997: S181-191.
2. Yang TF, Fu CP, Kao NT, Chan RC, Chen SJ. Effect of botulinum toxin type A on cerebral palsy with upper limb spasticity. Am J Phys Med Rehabil 2003; 82: 284-89.
3. Wright P, Granat M. Therapeutic effects of functional electrical stimulation of the upper limb of eight children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2000; 42: 724-7.
4. Graziano MA, Polo KB, Bahman J. Botulinum toxin A for spasticity, muscle spasms, and rigidity. Neurology 1995; 45: 712-17.
5. Seib TP, Price R, Reyes MR, Justus F. The quantitative measurement of spasticity: Effect of cutaneous electrical stimulation. Archives Phys Med Rehabil 1994; 75: 746-50.
6. Jacobs JM. Management options for the child with spastic cerebral palsy. Orthopaedic Nursing 2001; 20(3): 53-60.
7. Wong V, Ng Asit P. Open-label study of botulinum toxin for upper limb spasticity in cerebral palsy. Journal of Child Neurology 2002; 17(2): 138-142.
8. Koman LA, Mooney JF III, Smith B et al. Management of cerebral palsy with botulinum A-toxin: preliminary investigation. J Pediatr Orthop 1993; 13: 489-95.
9. Fatal-Valevski A, Giladi N, Domanievitz D, Zuk L, Masterman R, Harel S, Wientroub S, Hayek S. Parameters for predicting favorable responses to botulinum toxin in children with cerebral palsy. J Child Neurol 2002; 17(4): 272-7.
10. Hurvitz EA, Conti GE, Flansburg EL et al. Motor control testing of upper limb function after botulinum toxin injection: A case study. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 1408-15.
11. Fehlings D, Rang M, Glazier J et al. An evaluation of botulinum A toxin injection to improve upper extremity function in children with hemiplegic cerebral palsy. J Pediatr 2000; 137: 331-7.

12. Hurvitz EA, Conti GE, Brown SH. Changes in movement characteristics of the spastic upper extremity after botulinum toxin injection. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 444-54.
13. Simpson DM, Alexander DN, O'Brien CF, Tagliati M, Aswad AS, Leon JM, Gibson J, Mordaunt JM, Monaghan EP. Botulinum toxin type A in the treatment of upper extremity spasticity: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Neurology* 1996; 46(5): 1306-10.
14. Norwalk CT. *Clinical Electrotetherapy*. Appeton and Large, 1999: 225- 256.
15. King TI, II. The effect of neuromuscular electrical stimulation in reducing tone. *The American Journal of Occupational Therapy* 1996; 50(1): 62-64.
16. Dali C, Juul F, Anker S et al. Threshold electrical stimulation in ambulant children with CP: a randomized double-blind placebo controlled clinical trial. *Dev Med Child Neurol* 2002; 44: 364-9.
17. Hesse S, Jahnke MT, Luecke D, Mauritz KH. Short-term electrical stimulation enhances the effectiveness of botulinum toxin in the treatment of lower limb spasticity in hemiparetic patients. *Neurosci Lett* 1995; 201(1): 37-40.
18. Hesse S, Reiter F, Konrad M, Jahnke MT. Botulinum toxin type A and short-term electrical stimulation in the treatment of upper limb flexor spasticity after stroke: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Rehabil* 1998; 12(5): 381-8.
19. Sommerfelt K, Markestad T, Borg K, Saetresdal I. Therapeutic electrical stimulation in cerebral palsy: a randomized, controlled, crossover trial. *Dev Med Child Neurol* 2001; 43: 609-13.
20. Carmick J. Clinical Use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy, Part 1: Lower extremity. *Phys Ther* 1993; 73: 505-13.
21. Carmick J. Managing equines in children with cerebral palsy: electrical stimulation to strengthen the triceps surae muscle. *Dev Med and Child Neurol* 1995; 37: 965-75.
22. Carmick J. Use of neuromuscular electrical stimulation and (corrected) dorsal splint to improve the hand function of a child with spastic hemiparesis. *Phys Ther* 1997; 77(6): 661-71.
23. Gregson JM, Leathley M. Reliability of the tone assessment scale and the modified ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1013.
24. Terman L. *Medida de la inteligencia*. Método para el empleo de las pruebas del Stanford-Binet. 9^a. Ed. Espasa-Calpe. Madrid. 1975.
25. Wechsler D. WPPSI-Español. *Escala de inteligencia para los niveles preescolar y primario*. Manual Moderno, México, DF-Santafé de Bogotá 1981.
26. Hackel M. Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen test of hand function. *Physical Therapy* 1992; 72(5): 373.
27. Papazian O, Alfonso I. Tratamiento de la parálisis cerebral infantil. *Rev Neurol* 1997; 25: 728-739.

Domicilio para correspondencia:

Dra. Leticia Díaz Martínez.

Cuahtémoc 18-1.

Colonia Toriello Guerra.

Delegación Tlalpan. 14050.

México DF.

Teléfono. 56.06.98.76.

Celular. 55.100.30.890. letydiazm@hotmail.com

