



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
ESPECIALIDAD EN:  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**ANÁLISIS ESPACIOTEMPORAL Y CLÍNICO DE LA MARCHA:  
COMPARACIÓN DE DOS MODALIDADES DE TRATAMIENTO  
EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL  
TIPO HEMIPARESIA ESPÁSTICA. SEGUIMIENTO A UN AÑO.**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**PRESENTA:  
DRA. PAULINA SALDAÑA TORRES**

**PROFESOR TITULAR:  
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA.**

**ASESORES DE TESIS:  
DRA. IRMA TAMARA ARELLANO MARTÍNEZ.  
DRA. MARIA ELENA ARELLANO SALDAÑA.  
M.A. GERARDO RODRIGUEZ REYES.**



MÉXICO, D.F.

FEBRERO DE 2011.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

---

**DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ**  
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO  
Y EDUCACIÓN CONTINUA

---

**DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ**  
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

---

**DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

PROFESOR TITULAR

---

**DRA. IRMA TAMARA ARELLANO MARTÍNEZ**

MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE PARÁLISIS CEREBRAL Y  
ESTIMULACIÓN TEMPRANA DE LA DIVISIÓN DE REHABILITACIÓN  
PEDIÁTRICA

---

**DRA. MARÍA ELENA ARELLANO SALDAÑA.**

MÉDICO JEFE DE SERVICIO DE PARÁLISIS CEREBRAL Y ESTIMULACIÓN  
TEMPRANA DE LA DIVISIÓN DE REHABILITACIÓN PEDIÁTRICA

---

**M. A. GERARDO RODRÍGUEZ REYES**

ASESOR METODOLÓGICO

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco siempre a Dios por nunca soltar mi mano en este camino, por encender una luz y por mantenerla viva.

A mi hijo precioso que ha sido la bendición más maravillosa que ha tocado a mi puerta. Eres el amor de mi vida. Me desvelabas más que las guardias y a cambio me regalabas el tesoro más hermoso de este mundo: tu sonrisa. Eres lo más preciado que tengo hijito mío y todo lo que hago y todos mis logros son por ti y para ti. Te amo Alexander.

Agradezco a mis papás, quienes siempre han estado ahí para mí, sin importar las circunstancias me han apoyado para seguir adelante. Sin su ayuda no podría haber alcanzado este sueño.

A mis hermanos a quienes adoro.

A mis hermosas perras que son mi pasión y que me contagian de su tranquilidad y alegría cuando lo necesito.

A mis mejores amigas Monse y Ale, quienes fueron soporte para realizar esta residencia. Gracias por su ayuda mamis, las adoro con todo mi corazón y aunque tomemos rumbos distintos, siempre nos volveremos a encontrar, porque esta amistad es más fuerte que la distancia.

A Eli, por su ayuda incondicional cuando más lo necesitaba. Por defenderme cuando así lo requería y por ahorrarse castigos que algunas veces merecía.

A mi novio Juan Carlos por enseñarme que para ser un gran doctor se necesita mucho más que un cerebro lleno de conocimientos... se necesita un corazón lleno de amor y de pasión.

A Tamara, mi asesora y amiga. Gracias por tu paciencia, por tu tiempo y por compartir conmigo tantos conocimientos. Este logro es para ti.

A Juan Carlos Jiménez y Carlos Jorge, compañeros y amigos. Gracias por hacer de cada rotación una divertidísima experiencia. Gracias por su ayuda en tantas ocasiones.

A la Dra. Del Valle, de quien fue un placer y un honor ser su alumna durante 3 años.

A la Dra. Arellano quien me apoyó incondicionalmente para la realización de este trabajo.

A Mauricio y a Anita muchísimas gracias por toda su ayuda todas esas tardes en Lokomat y las mañanas en prueba de marcha.

A toda mi generación. Estoy orgullosa de ser parte de ustedes. Estoy segura que todos tendrán mucho éxito en su vida laboral.

## ÍNDICE.

RESUMEN.....	6
ANTECEDENTES.....	7-8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	9-10
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	10-11
METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11-13
RESULTADOS.....	13-15
DISCUSIÓN.....	15-17
CONCLUSIONES.....	17
ANEXO.....	18-25
REFERENCIAS.....	25-27

## RESUMEN

La parálisis cerebral infantil es la causa más común de discapacidad motora en niños y el principal motivo de consulta es la adquisición de la marcha y mejora de sus alteraciones. El objetivo de este estudio es comparar los resultados a largo plazo, clínicos y cuantitativos (análisis de la marcha) de dos modalidades de tratamiento en el reentrenamiento de la marcha: el entrenamiento con una órtesis robótica con banda sin fin electrónica contra un método convencional (hidroterapia en tanque terapéutico). Se realizó un estudio clínico controlado, aleatorizado, ciego simple a 14 pacientes con parálisis cerebral tipo hemiparesia espástica distribuidos en dos grupos de tratamiento. Se observó mejoría clínica con la evolución al estadio I de la GMFCS en el total de los pacientes con una correlación positiva entre el FAP y la GMFCS. El grupo que recibió el tratamiento experimental (grupo A) con una mejoría cuantitativa en la simetría de la marcha expresada en la longitud de zancada y la proporción de los ciclos de la marcha del miembro pélvico afectado comparado contra el grupo control (grupo B) en el que prevaleció la mejoría clínica. Existe una mayor efectividad clínica y cuantitativa, así como una mayor permanencia de los resultados en aquellos pacientes que son sometidos a un reentrenamiento de la marcha con una órtesis robótica sobre una modalidad convencional.

Palabras clave: Parálisis cerebral infantil, órtesis robótica, análisis de la marcha.

## ANTECEDENTES

La parálisis cerebral describe un grupo de desórdenes del desarrollo del movimiento y la postura, que causan limitación en la actividad y son atribuibles a las alteraciones no progresivas, que ocurrieron en un cerebro en desarrollo durante la etapa fetal o infantil. (1)

La función motora es el área más afectada, y frecuentemente está acompañada de alteraciones sensitivas, perceptuales, conductuales, de la comunicación, cognitivas y en ocasiones de crisis convulsivas. (2)

Las alteraciones sobre la marcha en pacientes con parálisis cerebral varía entre cada individuo, los patrones de marcha pueden ser bastante complejos y dependen del sitio de lesión, tipo y severidad del daño cerebral: la pérdida selectiva del control muscular, el tono muscular anormal, el desbalance entre los músculos agonistas y antagonistas en las articulaciones aunado a las alteraciones en el equilibrio (anormalidades primarias en el desarrollo de la marcha) predisponen a las contracturas musculares, la deformidades por torsión óseas y las deformidades dinámicas por desbalance muscular (anormalidades secundarias en el desarrollo de la marcha) (3,4). Estas alteraciones, disminuyen la velocidad, el largo de zancada y exigen un mayor contacto de peso sobre la tierra (fase postural intermedia) para lograr la estabilidad necesaria durante la marcha. (5)

En la hemiparesia espástica ocurre una alteración durante la postura, el equilibrio y la marcha; afecta al paciente no sólo para la realización de las actividades de la vida diaria, sino que tienen un impacto serio en la esfera social. (6)

La mayor parte de estos pacientes tienen la habilidad de caminar sin restricciones aun cuando actividades motoras más finas se encuentren comprometidas (7). Pese a dicha independencia no es garantía de que la marcha sea segura, habitualmente, los niños hemiparéticos tienen dificultades para desplazarse en terrenos irregulares y en escaleras (8,15).

La órtesis robótica Lokomat® (Lokomat Hocoma. Volketswil Suiza) consta de



una banda sin fin electrónica, y dispositivo de sujeción a las piernas del paciente que son guiadas de acuerdo a un programa prediseñado para realizar una marcha fisiológica respetando los parámetros de peso, talla y longitud de segmentos para cada paciente; se complementa con un software de retroalimentación visual.

En investigaciones recientes se han observado las ventajas que ofrece un tratamiento con dicha órtesis sobre los tratamientos convencionales y han sido evaluados con diferentes herramientas de utilidad en la clínica como en el aspecto cuantitativo con el análisis de marcha. Para estos pacientes, en el estudio preliminar se demostró la utilidad clínica y cuantitativa de las dos alternativas de tratamiento. (17) Sin embargo tanto en este rubro como en el resto de las áreas a tratar en el paciente pediátrico afectado con PCI no existen estudios que determinen la utilidad a largo plazo de los tratamientos aplicados. (9)

La elección de cualquier modalidad de tratamiento en el reentrenamiento de la marcha del niño con diagnóstico de PCI ha sido sujeta de diferentes modalidades de evaluación desde escalas funcionales y parámetros fisiológicos (consumo de oxígeno durante la marcha), electromiografía de superficie hasta el análisis cuantitativo de la marcha, demostrando este último método una alternativa segura y confiable de los cambios obtenidos después de la aplicación de cualquier modalidad de tratamiento. Sin embargo, los estudios realizados a la fecha sobre reentrenamiento de la marcha en pacientes pediátricos adolecen de una gran variabilidad en el tamaño de la muestra, las presentaciones topográficas y formas patológicas de la parálisis cerebral infantil y los métodos de tratamiento, incluido el reentrenamiento con la órtesis robótica tipo Lokomat ®. En todos los casos, no se presentaron estudios de casos y controles, la intervención fue medida únicamente a corto plazo y los métodos de evaluación no correlacionaban los hallazgos clínicos con los cuantitativos. (10-13).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se conocen los aspectos clínicos en función motora gruesa y los aspectos cuantitativos del análisis espaciotemporal de la marcha que se modifican al exponer a un paciente con parálisis cerebral infantil tipo hemiparesia espástica después de recibir un programa terapéutico dirigido a corregir un patrón de marcha con diferentes modalidades de tratamiento, sin embargo, no se conoce la estabilidad y permanencia de dichos cambios a mediano y largo plazo.

## **JUSTIFICACIÓN.**

En el Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo de 2005-2009 se registraron 2198 atenciones de primera vez en el servicio de Rehabilitación Pediátrica bajo el diagnóstico de PCI (Gráfica 1) y en el periodo de Octubre de 2007 a Marzo de 2010, la PCI es la primera causa de ingreso al Programa de Hospitalización Infantil del mismo servicio. La mayor expectativa de los padres del niño con PCI es que logren la marcha aduciendo a esta actividad el máximo logro que les permita desarrollar la independencia en sus actividades de la vida diaria.

Los cambios en la disociación de cinturas, el desplazamiento del centro de gravedad y la adquisición de patrones de movimiento de la marcha normal terminan a los tres años de edad y habrá cambios mínimos hasta los siete años de vida; sin embargo, en niños con PCI, la marcha no está bien establecida hasta antes de los ocho años de edad y no es posible catalogarlos dentro de un único patrón debido a que los cambios en el control neuromuscular tienen un gran variabilidad incluso en un mismo sujeto. (4,5)

A la fecha son pocos los estudios que reportan los beneficios del uso de la órtesis robótica en pacientes pediátricos y en ninguno de los casos se utilizó un instrumento cuantitativo para valorar los resultados del mismo. (10, 11,16) En dos de cuatro estudios se reportan cambios significativos entre el nivel inicial y al término del tratamiento en la categoría de la GMFCS (14, 22-23) pero se incluyeron pacientes con funcionamiento de la escala desde el grupo I al IV y el

reentrenamiento formaba parte de un tratamiento institucional extenso con otras modalidades de terapia física. Otro estudio utiliza un mismo protocolo de tratamiento de reentrenamiento con órtesis robótica sin embargo mezcla variedades topográficas de PCI y no se incluye un grupo de tratamiento control. En todos los casos, estos protocolos se llevaron a cabo en pacientes hospitalizados en unidades de rehabilitación y en programas de 4-8 semanas de duración (12-13).

No se encontraron artículos sobre el reentrenamiento de la marcha con hidroterapia, y aunque existen estudios sobre otras modalidades de tratamiento (soporte parcial de peso, biofeedback) el reporte de resultados es consecuencia únicamente de la observación clínica o la apreciación de los padres y no se aplican escalas cualitativas y/o cuantitativas de ningún aspecto clínico.

Si bien dentro de la institución se realizó el diseño de un programa de tratamiento corto en pacientes externos al área de hospitalización para el reentrenamiento de marcha con la órtesis robótica tipo Lokomat ® y se utilizó un grupo de tratamiento control en pacientes que fueron reentrenados dentro del tanque terapéutico y se obtuvieron resultados tendientes a demostrar una mayor utilidad de la órtesis robótica sobre el tanque terapéutico, el paciente con PCI es susceptible de presentar cambios relacionados con la edad y el crecimiento sobre el control neuromuscular que ameritan diferentes intervenciones y que pudieran modificar los resultados inmediatos de la intervención a largo plazo, lo que hace necesario determinar el tipo de intervenciones a la que los pacientes son sometidos y la estabilidad en los cambios inicialmente cuantificados.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Comparar los hallazgos clínicos y cuantitativos de la marcha en pacientes con PCI tipo hemiparesia espástica sometidos a dos diferentes modalidades de tratamiento observándose sus resultados a largo plazo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Evaluar las características clínicas y cuantitativas del análisis espaciotemporal de la marcha después de un periodo de un año de una intervención para el reentrenamiento de marcha.
- 2.- Comparar estos resultados con los obtenidos en el periodo previo y posterior inmediato a dicha intervención.
- 3.- Describir los procedimientos a los que se sometieron los pacientes durante el periodo de un año al término del reentrenamiento de la marcha que pudieran modificar dichos cambios.

## **HIPÓTESIS**

Se espera que con la órtesis robótica tipo Lokomat ® se obtenga un resultado superior al tratamiento de un grupo de pacientes que reciben un tratamiento convencional (tanque terapéutico) reflejando dichos cambios en las variables del análisis cinemático que manifiestan la simetría de la marcha (diferencial temporal de paso -STD- y diferencial espacial de paso -SLD-) su aspecto cualitativo (functional ambulation profile -FAP-) y que en consecuencia pueda observarse un cambio en la función motora gruesa del paciente (GMFCS).

## **METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se utilizará estadística descriptiva, media, moda y desviación estandar. Para comparar los parámetros espaciotemporales de la marcha, se utilizará la prueba de signos de Wilcoxon y para cuantificar el grado de asociación se utilizarán las pruebas de correlación de Pearson y Spearman.

### **Pacientes:**

Al grupo de 14 pacientes evaluados en la tesis del curso de alta especialidad de Rehabilitación Pediátrica: "Análisis cinemático de la marcha: Comparación

de dos modalidades de tratamiento en niños con parálisis cerebral infantil tipo hemiparesia espástica” y que tiene el número de registro al comité de investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación 09/10, se les programó una cita de revisión clínica que incluyó una valoración del tono muscular en miembros pélvicos, la movilidad articular y su ubicación dentro de la GMFCS; de sus expedientes clínicos electrónicos disponibles en el Sistema de Administración Intrahospitalaria se obtuvo la información para elaborar un registro de las valoraciones y las intervenciones resultado de las mismas dentro de las áreas de consulta externa o del programa de hospitalización infantil; posteriormente, se repitió el análisis espaciotemporal de la marcha con el GaitRITE System utilizando los mismos parámetros de instrumentación y las mismas variables del estudio previo y que quedan descritas en la tabla 1 con su descripción y unidad de medida.

**Criterios de inclusión:**

- Pacientes de dicha investigación que acudan a la evaluación clínica y cuantitativa un año después de término de su tratamiento.

**Criterios de exclusión:**

- Que los pacientes de dicho grupo se encuentren inmovilizados en relación a algún padecimiento ortopédico.

**Criterios de eliminación:**

- Pacientes que rechacen darle continuidad a la evaluación.
- Pacientes que hayan fallecido en este periodo.

**Tamaño de muestra**

14 pacientes del proyecto “Análisis cinemático de la marcha: Comparación de dos modalidades de tratamiento en niños con parálisis cerebral infantil tipo hemiparesia espástica”. Estos pacientes se aleatorizaron en dos grupos de tratamiento: el primero de ellos (grupo B) recibió 10 sesiones de reentrenamiento de la marcha en el tanque terapéutico; el segundo (grupo A) se sometió a un tratamiento experimental con la órtesis robótica tipo Lokomat® que consistía en una sesión de sensibilización y toma de medidas para el uso

de la órtesis y 10 sesiones de 30 minutos de duración de reeducación de la marcha en parámetros predeterminados por el equipo calculados de acuerdo al peso, talla y medición de segmentos de miembros inferiores a una velocidad constante con variaciones en la resistencia ofrecida por la órtesis y el control voluntario del paciente.

La distribución etaria de los pacientes se realiza respetando la GMFCS y el número de pacientes por grupo se detallan en la (Tabla 2). Contando con los siguientes antecedentes: 5 pacientes, 4 del grupo A y un paciente del grupo B utilizaban una órtesis tobillo-pie articulada. 3 pacientes del grupo A contaban con el antecedente de un evento quirúrgico del miembro pélvico afectado y 4 pacientes (1 del grupo B y 3 del grupo A) contaban con antecedente de una aplicación mayor a seis meses de toxina botulínica.

## **RESULTADOS.**

En el total de pacientes, se observó una mejoría clínica significativa al cambiar el grupo funcional I de la GMFCS en 3 pacientes del grupo A y 1 paciente del grupo B ( $p=0.046$ ) (Tabla 3). El tono muscular del tobillo afectado mejoró en 10 pacientes (5 pacientes por grupo) al menos un nivel de la escala de Ashworth modificada ( $p=0.008$ ). (Tabla 4). En el análisis cinemático se observó una mejoría significativa en los valores del FAP de 74.5% a 82.6% ( $p=0.024$ ), la velocidad de la marcha de 87.9cm/seg a 75.08cm/seg ( $p=0.08$ ) y de manera global existe una correlación significativa entre la categoría de la GMFCS y el FAP( $r=0.549$ ,  $p=0.042$ ).

En los pacientes asignados al grupo A, clínicamente el tono del tobillo afectado disminuyó en 6 pacientes ( $p=0.46$ ). La velocidad mejoró de 80.8cm/seg a 65.8cm/seg ( $p=0.025$ ) y la longitud de zancada del miembro pélvico izquierdo disminuyó de su valor inicial de 88.7cm a 79.5cm ( $p=0.025$ ); el porcentaje del ciclo de la fase postural intermedia mejoró acercándose a valores que corresponden a un ciclo de marcha sin patología de 54%GC a 49.1% ( $p=0.046$ ); existiendo una correlación entre el nivel de la GMFCS y el FAP resultante al final del tratamiento ( $r=0.732$ ,  $p=0.039$ ).

En los pacientes del grupo B únicamente se presentaron cambios en el tono del tobillo afectado ( $p=0.050$ ) FAP de 71% a 82% ( $p=0.026$ ). En el resto de los parámetros nos se observaron cambios significativos.

En caso de los pacientes del grupo de Lokomat el total de los pacientes ( $n=8$ ) recibieron un seguimiento durante el año posterior a la conclusión de su tratamiento. El 50% de los pacientes recibe un promedio de 3 visitas a la consulta externa por año y el resto recibe una variedad de consulta que va de 1 a 4 consultas por año. (Gráfica 2). De este grupo de pacientes el 75% ( $n=6$ ) es hospitalizado dentro de la unidad infantil para aplicación de toxina botulínica. (Gráfica 3).

Ninguno de estos pacientes se le sometió a un procedimiento quirúrgico en este periodo de tiempo y el total de pacientes que a la evaluación anual usan una OTP es igual de 5, (72.5%) comparado contra el 37.5% de pacientes ( $n=3$ ) que usaban órtesis al ingreso al protocolo de estudio. (Gráfica 4). En los pacientes restantes que no fueron hospitalizados, 2.25% recibieron algún tipo de terapia dentro de la institución dirigida al reentrenamiento de la marcha.

Para el caso de los pacientes asignados al grupo B (tanque) el promedio de valoraciones a la consulta externa asciende a 4 y sólo el 33% de los pacientes ( $n=2$ ) amerita tratamiento intrahospitalario para aplicación de toxina botulínica (Gráfica 3) y el 16.7% de la muestra ( $n=1$ ) amerita tratamiento quirúrgico por el desarrollo de una deformidad fija a nivel de miembro pélvico (pie equino). La mitad de los pacientes ( $n=3$ ) utilizó una OTP al final de la evaluación. (Gráfica 4).

Al tratar de valorar los efectos positivos o negativos de las intervenciones iniciales comparadas con la intervención final no se encontró un efecto estadísticamente significativo a dichas intervenciones.

En la revaloración anual no persistió el cambio en la GMFCS del grupo II al grupo I en los pacientes del grupo A que habían experimentado dicha mejoría. Se compararon los resultados de la valoración inicial contra la valoración anual y la valoración inmediata al término del tratamiento contra la valoración anual y se observó que en ninguno de los casos los resultados de la valoración anual fueron inferiores al momento de captar a cada paciente, sin embargo no se

encontraron resultados estadísticamente significativos para las variables estudiadas. De igual manera se estudió la tendencia en estos pacientes a mantener los cambios obtenidos al término del tratamiento, encontrándose la mayor estabilidad en las siguientes variables del análisis de la marcha: functional ambulation profile (FAP), diferencial temporal del paso (STD) y diferencial espacial del paso (SLD).

Para el caso del FAP en la valoración inicial de los pacientes del grupo A el promedio era de 77 puntos en una escala de 100, con una mejoría hacia 83 puntos después del tratamiento inicial; en la revaloración anual se encuentra descenso de 1 punto para mantenerse con un FAP de 82 puntos que contrasta con la ganancia inicial de los pacientes del grupo B (de 71 a 81 puntos) para un FAP final al término de un año de 77 puntos (pérdida de 4 puntos). (Gráfica 5).

En el caso del STD, los pacientes del grupo A tenían un promedio de 0.55seg contra 0.40seg en los pacientes del grupo B; la mejoría inicial fue más evidente para los pacientes del grupo B con un STD de 0.10seg contra los 0.25seg de los pacientes del grupo A; sin embargo, después de la revaloración anual los pacientes del grupo A presentan un STD menor a la intervención inicial con 0.2seg contra los 0.18seg de los pacientes del grupo B. (Gráfica 6).

En el caso del SLD los resultados previos a la intervención para el grupo A es de 2.4cm y 3.0cm para el grupo B, posterior al tratamiento se observa una disminución del SLD que significa una marcha más simétrica con 0.7cm para el grupo A y 0.75cm para el grupo B, la tendencia en este caso es la disminución gradual de los valores iniciales en los pacientes del grupo A con un SLD de 0.49cm contra el 0.73 de los pacientes del grupo B. (Gráfica 7). Para el resto de las variables no fue posible determinar una tendencia estadística.

## **DISCUSIÓN.**

Es bien conocido que los pacientes adultos con secuelas de EVC con hemiparesia presentan cambios en la postura y simetría de la marcha con ciclos cercanos a los valores normales esperados para cada individuo cuando se reentrena la marcha con una órtesis robótica tipo Lokomat® (18), sin embargo, la mayor descripción de programas de tratamiento en estos pacientes



tiene una duración de entre seis y ocho semanas y no existen a la fecha reportes de programas cortos de tratamiento para pacientes no institucionalizados tanto en población adulta como pediátrica. (8)

Para los pacientes pediátricos, a la fecha son pocos los estudios en los que se valoran las intervenciones de tratamiento en una selección homogénea de la muestra de pacientes y las herramientas utilizadas para documentar los efectos de las alternativas terapéutica y en el común de los casos no se utilizaron dos métodos de tratamiento para comparar los efectos de uno y otro utilizando las mismas herramientas de valoración tanto en el área clínica como la cuantitativa. En el caso de la PCI, solo existe un estudio con una muestra homogénea de pacientes (PCI-diparesia espástica) entrenados en una banda sin fin para reeducación de la marcha con variación progresiva de la velocidad acorde al criterio del terapeuta a cargo, observándose dificultades para uniformar un criterio de tratamiento que no exceda los límites del niño a la tolerancia del ejercicio.

Para este estudio se eligió un método convencional fácilmente tolerado por el paciente y su familiar responsable (tanque terapéutico) y se sensibilizó a los pacientes ante un nuevo tratamiento (órtesis robótica) que además permite la adecuación de intensidad, duración y velocidad de acuerdo a las características antropométricas, de fuerza muscular y movilidad articular de cada paciente.

Si bien la GMFCS es la herramienta más útil en el seguimiento y valoración de tratamiento de los pacientes con PCI, sólo dos de cuatro estudios en los que se utilizó la GMFCS reportan los cambios positivos dentro de la escala ante el uso de una órtesis robótica como en el caso de este estudio (12,13), sin embargo la inclusión a estos estudios tenía una gran variabilidad de pacientes de los grupos I al IV (ambulatorios y no ambulatorios) y los resultados no pueden ser comparados contra este estudio por las características ya descritas de la muestra (pacientes ambulatorios) y en ninguno de estos se utilizó un grupo control; además de que los tratamientos se llevaron a cabo exclusivamente en pacientes hospitalizados en áreas de rehabilitación con tratamientos aplicados 3-4 veces por semana con una duración de 45 minutos por sesión en el curso de dos y hasta 3 semanas observando cambios positivos. Para este estudio se encuentran beneficios con un programa de 10 sesiones continuas de 30 minutos de duración en pacientes externos.

En el año 2009, se realizó una revisión sistemática de las alternativas terapéuticas para los pacientes con diagnóstico de PCI para evaluar la eficacia de cada alternativa terapéutica encontrándose la dificultad para establecer criterios de efectividad ya que los estudios reportados no incluyen el seguimiento a mediano y largo plazo.

Este es un estudio en el que se integra una muestra homogénea en sus características clínicas; este estudio es útil para los diferentes niveles de atención en el área de la rehabilitación para conocer los resultados en una intervención convencional común a la mayoría de estos centros y una intervención experimental de tratamiento corto en el reentrenamiento de la marcha con una órtesis robótica.

Es por lo tanto necesario incrementar el tamaño de la muestra estudiada y acortar los tiempos de valoración entre un periodo de tiempo para modificar la potencia estadística de este estudio y modificar la intervención terapéutica de acuerdo a los cambios observados para cada paciente.

## **CONCLUSIONES.**

De la valoración al término de tratamiento se observó una mejoría clínica y funcional para las dos modalidades de tratamiento, sin lograr establecer por el tamaño de la muestra una conclusión definitiva de la superioridad de un método contra el otro. Al término de un año, la tendencia estadística muestra una mayor permanencia de los cambios en la simetría de la marcha para los pacientes que recibieron tratamiento con la órtesis robótica.

No es posible determinar el efecto único a largo plazo de una intervención terapéutica en los niños debido a que la naturaleza evolutiva de la PCI y los cambios en cuanto a talla y peso de cada paciente exigen al especialista en rehabilitación un revisión y adecuación terapéutica constante de las intervenciones dirigidas a cada paciente para mantener y/o mejorar su status dentro de la GMFCS.

## ANEXOS

**Tabla 1.**  
**VARIABLES.**

NOMBRE	UNIDAD DE MEDIDA	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN	CUALITATIVA	CUANTITATIVA
Parálisis cerebral infantil		PCI	Trastorno de la postura y el movimiento asociado al daño de un cerebro inmaduro no progresivo pero evolutivo en presentación clínica.	✓	
Hemiparesia espástica			Signos y síntomas del síndrome de neurona motora superior en un hemisferio (derecho o izquierdo).	✓	
Edad	Números arábigos		Expresada en años de vida y asignados en grupos de 4-6 y de 7-12 de acuerdo a la GMFCS para las habilidades motoras gruesas.		✓
Gross Motor Function Classification System	Números romanos del I-V	GMFCS	Sistema para la evaluación de la función motora gruesa basado en el movimiento que se inicia voluntariamente con énfasis específico en sentarse y caminar.		✓
Nivel II Gross Motor Function Classification System	Números romanos	Nivel II de la GMFCS	Habilidades motoras de los niños donde tienen la habilidad de desplazarse con marcha de forma independiente en interiores o exteriores con terreno regular. Muestran dificultades para habilidades		✓

			motoras complicadas como el correr, usar escaleras, saltar.		
Perfil funcional de ambulaci3n. (Functional ambulation profile)	Puntos sobre un m3ximo a obtener de 100	FAP	Expresi3n num3rica cualitativa de aspectos de la marcha en tiempo y distancia, 3til para evaluar de manera cualitativa y global los ciclos y auxiliares de la marcha; expresado en puntos sobre un m3ximo de 100.		✓
Velocidad	cm/seg	V	Son los cent3metros que se recorren por segundo en el tapete instrumentado GAITRite		✓
Diferencial Temporal del paso (Step time differential)	Segundos	STD	Resultante de la diferencia entre la duraci3n del paso del miembro p3lvico contra el izquierdo, expresado en segundos.		✓
Diferencial de longitud de paso (Step length differential)	cm	SLD	Es el n3mero de cent3metros que establecen la asimetr3a entre la longitud del paso derecho contra el izquierdo.		✓
Longitud de paso	cm		Distancia que ocurre entre el choque de tal3n de una extremidad hasta el choque de tal3n de la extremidad opuesta, expresado en cent3metros para miembro p3lvico izquierdo y derecho.		✓
Longitud de zancada	cm		Distancia que ocurre entre un choque de tal3n a otro en una misma extremidad, expresado en cent3metros para miembro p3lvico izquierdo y derecho.		✓
Balaceo	% Gate Cicle (GC)		Fragmento del ciclo de la marcha que inicia una vez que uno de los pies despega del suelo mientras en la extremidad opuesta el		✓

			talón permanece en el suelo. Expresado en porcentaje para miembro pélvico izquierdo y derecho.		
Fase postural intermedia	% GC		Fragmento del ciclo de la marcha en el que ambos pies permanecen en el suelo y que se expresa en porcentaje en miembro pélvico derecho e izquierdo.		✓
Ángulo de rotación del pie	Grados		Cambios en la orientación del primer orjejo durante el ciclo de la marcha, orienta la progresión en la alineación del hallux desde el choque de talón hasta el despegue del pie; expresado en grados para pie derecho e izquierdo y con sentido negativo si el ángulo se orienta hacia medial y positivo hacia proximal		✓
Número de consultas	Números arábigos		Valoraciones en el área de consulta externa comprendidas en el periodo del término del tratamiento inicial a un año.		✓
Cirugía de miembros pélvicos	Números arábigos		Número de cirugías de tipo ortopédico dirigida a los miembros pélvicos en el periodo del término del tratamiento inicial a un año.		✓
Aplicación de Toxina Botulínica	UI	TBA	Aplicación de toxina botulínica a miembros pélvicos en el periodo del término del tratamiento inicial a un año.		✓
Otros tratamientos			Tratamiento institucional con cualquier modalidad de tratamiento dirigido al reentrenamiento de la marcha.		✓

Tabla 2.

Asignación de pacientes ingresados. Para el grupo A: 4 hemiparesias son derechas (4 niñas) y 4 izquierdas (2 niñas y 2 niños). Para el grupo B: 1 niña con hemiparesia izquierda, niños con hemiparesia derecha.

<b>Asignación</b>	<b>Niños</b>		<b>Niñas</b>	
	<b>4-6</b>	<b>7-12</b>	<b>4-6</b>	<b>7-12</b>
<b>Grupo de Edad</b>				
<b>A (Lokomat)</b>	1	1	2	4
<b>B (Tanque)</b>	1	4	0	1

Tabla 3.

Mejoría al término del tratamiento por grupo estudiado.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>p</b>
<b>GMFCS II-I</b>	3	1	0.046
<b>Disminución</b>			
<b>EAM tobillo</b>	5	5	0.008

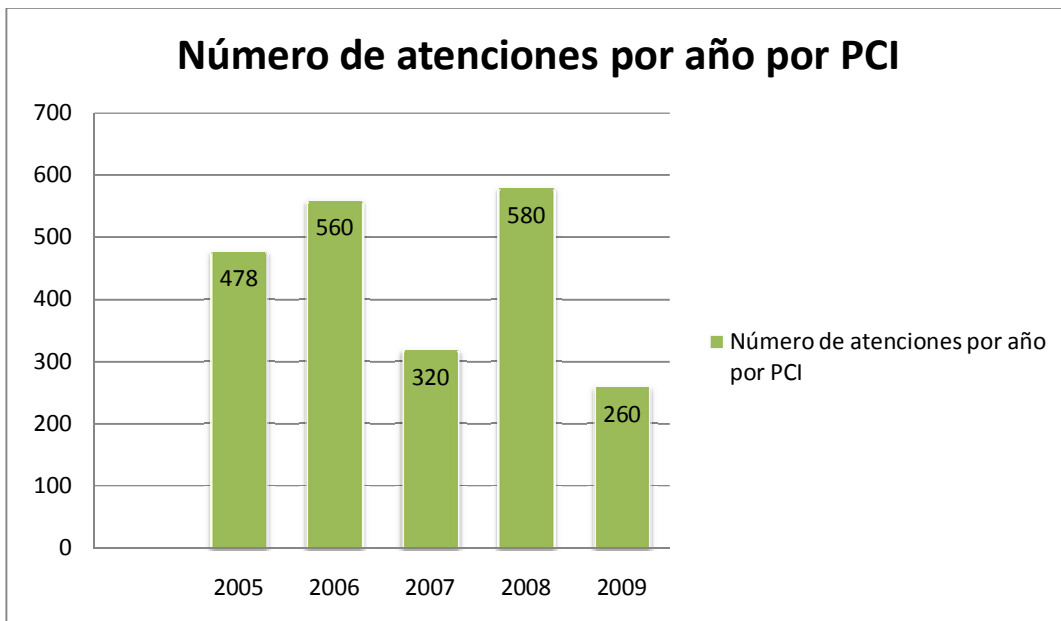
Tabla 4.

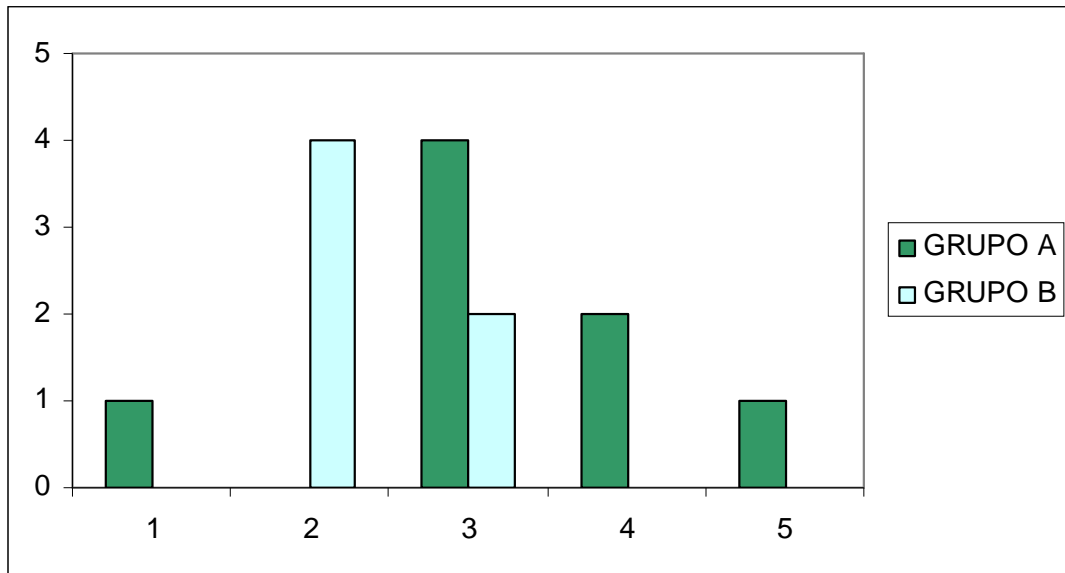
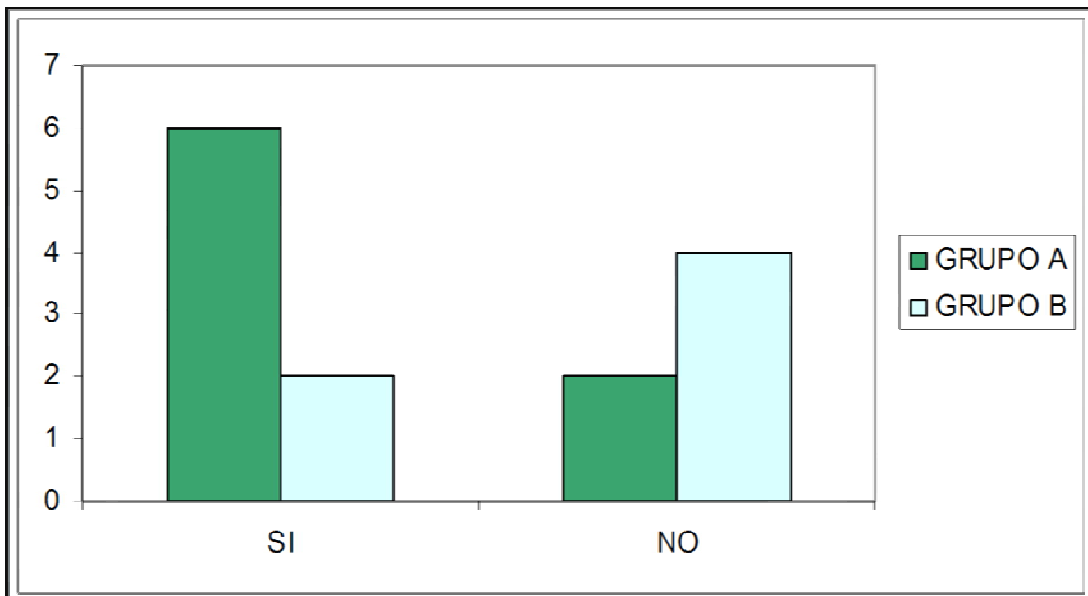
Mejoría en el tono muscular y variables cuantitativas

<b>GRUPO</b>	<b>A</b>	<b>B</b>
	<b><i>p</i></b>	<b><i>p</i></b>
<b>EAM tobillo</b>	0.046	0.05
<b>Velocidad</b>	0.025	>0.05
<b>Zancada</b>	0.025	>0.05
<b>P. intermedia</b>	0.046	>0.05
<b>FAP</b>	>0.05	0.026

Gráfica 1.

Número de consultas otorgadas por año, desde el 2005 hasta el 2009.

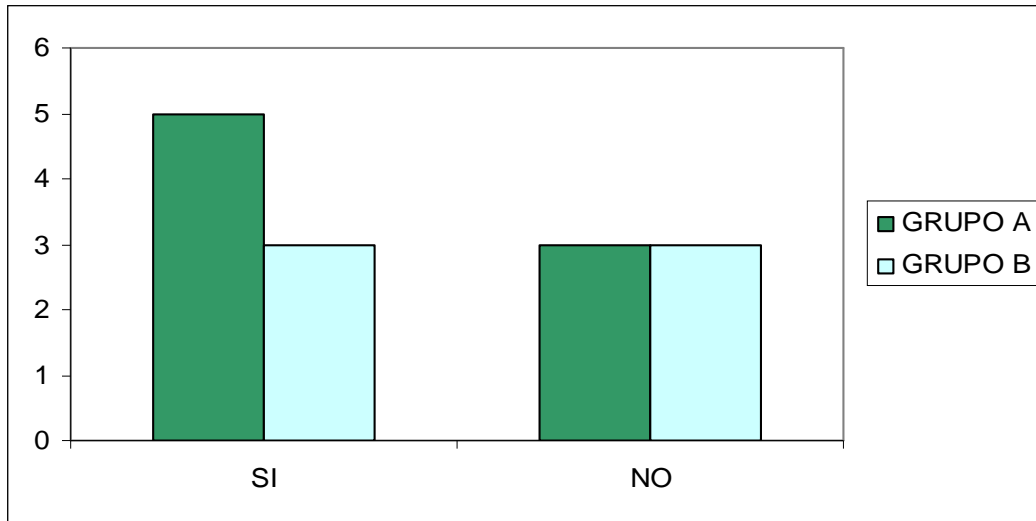


**Gráfica 2.****Número de valoraciones en la consulta externa.****Gráfica 3.****Ingresos a unidad hospitalaria infantil para aplicación de toxina botulínica**

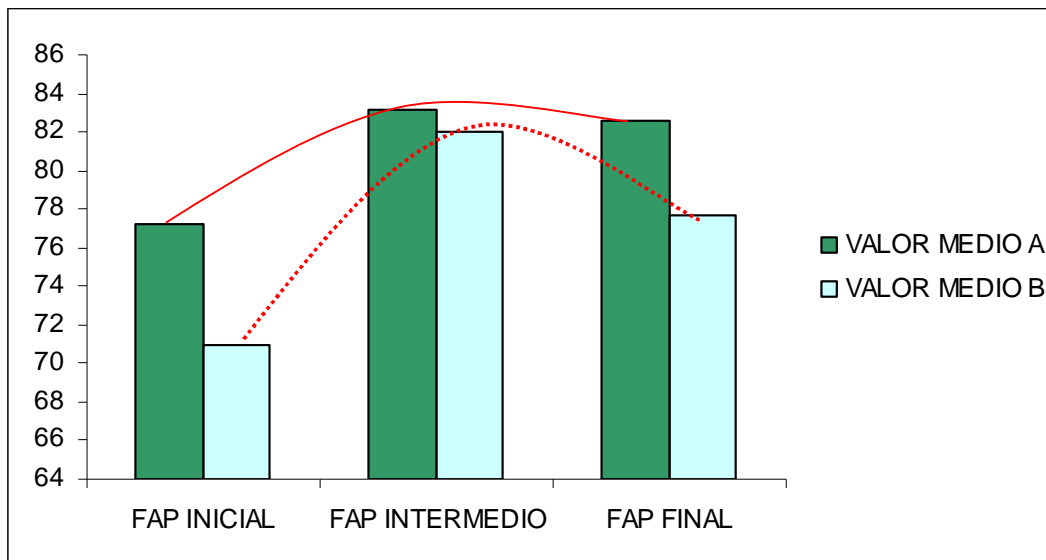


**Gráfica 4.**

**Uso de órtesis prescripción posterior al tratamiento.**

**Gráfica 5.**

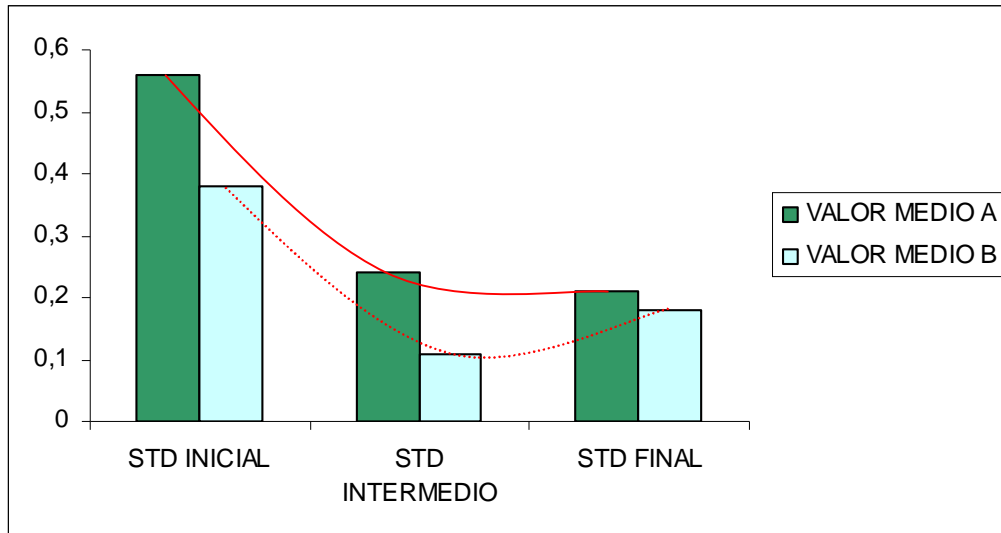
**Tendencias para el FAP, se observa mayor estabilidad en los pacientes asignados al grupo A (Lokomat®).**



**Gráfica 6.**

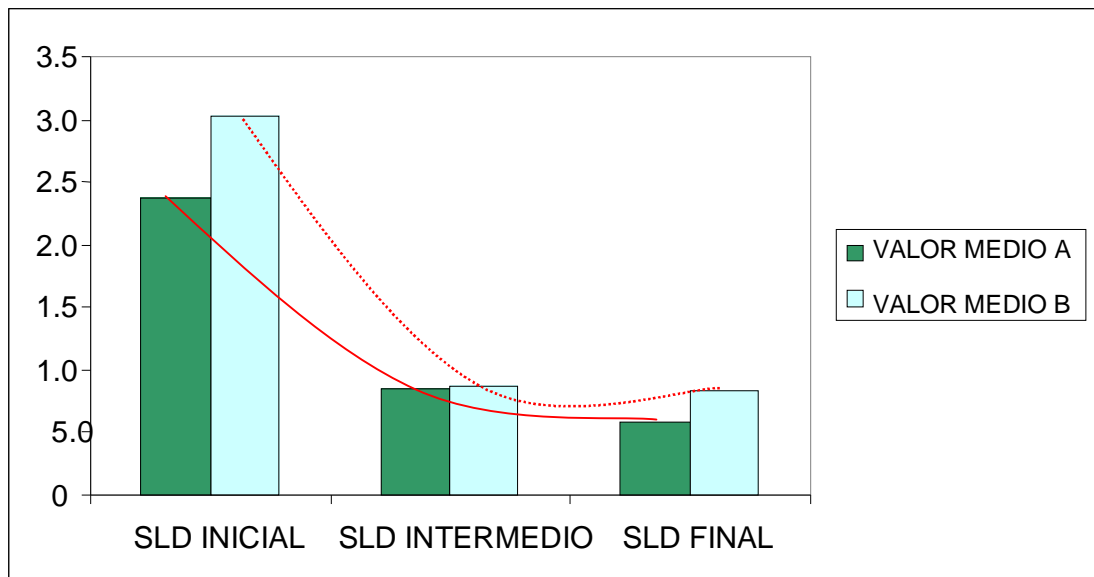
**Tendencias para el STD, medido en segundos.**

**Descenso continuo en el tiempo inicial para los pacientes del grupo A.**

**Gráfica 7.**

**Tendencias para el SLD.**

**Descenso continuo en la longitud inicial para los pacientes del grupo A.**



**REFERENCIAS.**

1. Graham H K. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone J Surg* 2003; 85B: 157-166
2. Martin Bax. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2005, Proposed definition and classification of cerebral palsy, 2005, 47: 571–576.
3. Gage J. Gait analysis: principles and applications, emphasis on its use in cerebral palsy. *J Bone J Surg* 1995: 1607-1623
4. Molenaers G. The effects of quantitative gait assessment and botulinum toxin A on musculoskeletal surgery in children with cerebral palsy. *J Bone J Surg* 2006: 88-A: 161-170
5. Farmer S. Key factors in the development of lower limb co-ordination: implications for the acquisition of walking in children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* 2003; 25: 807-816.
6. Allum, John HJ. A speedy solution for balance and gait analysis: angular velocity measured at the centre of body mass. *Current Opinion in Neurology*: 2005 - Volume 18 - Issue 1 - p 15-21
7. Ledebt A. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor Control* 2005; 9: 459-468.
8. Mauritz K. H. Gait training in hemiplegia. *European Journal of Neurology* 2002; 9 (Suppl 1): 23-29.
9. Reiner R. Human-centered robotics applied to gait training and assessment. *J Rehab Research Develop* 2006; 43: 679-694
10. Dursun E. Effects of biofeedback treatment on gait in children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* 2004; 26: 116-120
11. Dodds. Partial body-weight supported treadmill training can improve walking in children with cerebral palsy: a clinical controlled trial. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007, 49: 101-105.
12. Kerr C. Energy efficiency in gait, activity, participation and health status in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2008, 50: 204-210.

13. Meyer-Heim A. Feasibility of robotic assisted locomotor training in children with central gait impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology* 2007, 49:900-906.
14. Palisano R. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997; 39: 214-223.
15. Rodda. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *European Journal of Neurology* 2001, 8: 98-108.
16. Hidler J, Automating activity-based interventions: The role of robotics *Journal of Rehabilitation Research & Development* 2008, 45, 337–344.
17. Arellano M. Análisis cinemático de la marcha comparación de dos modalidades de tratamiento en niños con parálisis cerebral infantil tipo hemiparesia espástica. Tesis para obtener diploma de curso de alta especialidad en Rehabilitación Pediátrica, UNAM 2009. ISBN: 978-1-4244-3669-9.
18. Nilsson L et al. Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clinical Rehabilitation* 2001; 15:515-527.