



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

**CAMBIOS EN LA FUNCIÓN MOTORA GRUESA Y EL
ANÁLISIS ESPACIOTEMPORAL DE LA MARCHA DE
PACIENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL TIPO
DIPARESIA ESPÁSTICA: REEDUCACIÓN DE LA
MARCHA EN ÓRTESIS ROBÓTICA.**

T E S I S

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

**PRESENTA:
DRA. ALEJANDRA TORRES LEAL**

**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. ASESOR
METODOLÓGICO.**



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Facultad de Medicina.
División de Estudios de Postgrado.**

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Secretaría de Salud

**CAMBIOS EN LA FUNCIÓN MOTORA GRUESA Y EL ANÁLISIS
ESPACIOTEMPORAL DE LA MARCHA DE PACIENTES CON PARÁLISIS
CEREBRAL TIPO DIPARESIA ESPÁSTICA: REEDUCACIÓN DE LA
MARCHA EN ÓRTESIS ROBÓTICA.**

**Tesis Profesional para obtener el grado de especialidad en:
Medicina de Rehabilitación**

Presenta: Dra. Alejandra Torres Leal

Asesores Titulares de Tesis: Dra. Irma Tamara Arellano Martínez y
Dra. María Elena Arellano Saldaña.

México D.F. FEBRERO 2011.

FIRMAS

PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD

**DR. LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA
DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN**

ENSEÑANZA

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

**DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**

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

ASESORES DE TESIS

ASESOR CLÍNICO 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

ASESOR METODOLÓGICO

M. A. GERARDO RODRÍGUEZ REYES

ASESOR METODOLÓGICO ADSCRITO A LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN
REHABILITACIÓN DEL INR

AGRADECIMIENTOS:

Gracias a Dios porque siempre ha estado conmigo, ha guiado mi camino y se que tiene una misión importante para mi en esta vida.

A mis papás, Silvia y Alejandro por brindarme todo su apoyo, amor y comprensión en este largo camino para cumplir mis sueños y metas; por el ejemplo de lucha, esfuerzo y dedicación que día a día me han hecho ser una mejor persona.

A mi querida tía Cuquis, por estar siempre conmigo, apoyarme, quererme y cuidarme como una hija durante todos estos años.

A mis hermanos, Pepe, Pequeño y Carlitos por su cariño, admiración y apoyo; por depositar su confianza en mí y motivarme a seguir adelante.

A mis amigas Monse y Pau, por haber compartido conmigo tantas experiencias, alegrías, tristezas y aprendizajes durante estos años de residencia, por su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida y por estar siempre ahí.

A mi amiga Faby, por ser como mi hermana durante estos 12 años, gracias por tu apoyo incondicional y por estar conmigo siempre a pesar de la distancia.

Especialmente a mi tutora y amiga Dra. Tamara Arellano, por su confianza, tiempo, paciencia, dedicación y esfuerzo para lograr este trabajo; pero sobre todo por las enseñanzas durante estos 3 años de mi vida.

Al Lic. Mauricio (Mau) por acompañarme, enseñarme y compartir sus experiencias conmigo todas las tardes durante 6 meses.

A los Ing. Gerardo, Anita y Lydia por el esfuerzo y ayuda para que este trabajo pudiera realizarse.

A todos y cada uno de mis familiares y amigos que han estado en las diferentes etapas de mi vida, por su valiosa aportación para llegar a ser una mejor persona.

“El futuro pertenece a quienes creen en la belleza de sus sueños”

E. Roosevelt

ÍNDICE

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| I. | RESUMEN | 8 |
| II. | ANTECEDENTES | 9 |
| III. | JUSTIFICACIÓN | 11 |
| IV. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| V. | HIPÓTESIS | 14 |
| VI. | OBJETIVOS | 15 |
| VII. | DISEÑO METODOLÓGICO | 16 |
| VIII. | RESULTADOS | 21 |
| IX. | DISCUSIÓN | 24 |
| X. | CONCLUSIONES | 27 |
| XI. | ANEXOS | 28 |
| XII. | REFERENCIAS | 36 |

I. RESUMEN

CAMBIOS EN LA FUNCIÓN MOTORA GRUESA Y EL ANÁLISIS ESPACIOTEMPORAL DE LA MARCHA DE PACIENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL TIPO DIPARESIA ESPÁSTICA: REEDUCACIÓN DE LA MARCHA EN ÓRTESIS ROBÓTICA.

Introducción: La parálisis cerebral (PC) es la causa más común de discapacidad motora en niños, los niños con diparesia espástica presentan un retraso en la adquisición de la marcha y habitualmente presentan una tendencia al patrón en equino y genu recurvatum o un patrón en tijera y pies en equino varo. No se conocen los cambios que se podrían ejercer en la marcha al correlacionarlos a detalle con los ítems de la Gross Motor Function Measure (GMFM, Russell 1990) cuando se somete a los pacientes a un reentrenamiento de marcha con la órtesis robótica tipo Lokomat®. **Objetivo:** evaluar los cambios sobre la GMFM y cuantitativos de la marcha en pacientes con PC diparesia espástica sometidos a un reentrenamiento de marcha con la órtesis robótica tipo Lokomat®. **Metodología:** se realizó un estudio clínico, experimental, no cegado, con 11 pacientes que cumplieron con los criterios de ingreso. Se les realizó un análisis espaciotemporal de marcha y una evaluación de la función motora con la GMFM, al inicio y al término del tratamiento con el sistema Lokomat® (10 sesiones de 30 minutos de duración, 10 días) **Resultados:** se seleccionaron 11 pacientes: 6 (6 niños) pertenecían al GMFCS II y 5 al GMFCS III (2 niñas y 3 niños). Se presentaron cambios estadísticamente significativos en la longitud del paso izquierdo ($p=0.026$). En la GMFM se observó mejoría estadísticamente significativa con un incremento de 234 a 248 puntos en el total de la prueba ($p=0.003$). En las dimensiones, se observaron cambios en las dimensiones A ($p=0.041$), D ($p=0.005$) y E ($p=0.012$) de la prueba. **Conclusiones:** Para esta muestra en particular se obtuvieron cambios favorables en la evaluación de la función motora gruesa y en los parámetros habitualmente descritos como significativos del análisis espaciotemporal de la marcha en niños. Es necesario considerar establecer un plan de seguimiento para observar la evolución en el patrón de marcha y sus características en relación a los tratamientos aplicados.

II. ANTECEDENTES

La parálisis cerebral es la causa más común de discapacidad motora que afecta a los niños, con una incidencia en países desarrollados de 2-2.5 por 1000 nacidos. Es la resultante de una lesión estática en un cerebro inmaduro (1-3). Las alteraciones motoras que se presentan en esta patología se relacionan directamente con la lesión en el sistema nervioso central, en los sistemas reguladores del tono muscular afectando el equilibrio, la fuerza y el control voluntario de los diferentes grupos musculares y del cuerpo, en consecuencia modifican la postura. Es muy importante señalar que pese a la no progresión del daño cerebral, las alteraciones musculoesqueléticas de la parálisis cerebral (PC) pueden ser evolutivas de acuerdo al crecimiento y severidad de la lesión (4-9).

En condiciones normales, la marcha se define como la secuencia altamente controlada, coordinada y repetitiva de movimientos de las extremidades con el propósito de desplazar el cuerpo de manera segura de un lugar a otro con un mínimo gasto de energía; el inicio de la marcha independiente en los niños tiene como base el desarrollo del equilibrio de la cabeza y el tronco sobre la pelvis y la coordinación entre las extremidades para producir su desplazamiento. 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 PC, 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 tiene una gran variabilidad incluso en un mismo sujeto (7,9,10).

En la PC 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, las deformidades por torsión óseas y las deformidades dinámicas por desbalance muscular (anormalidades secundarias en el desarrollo de la marcha) (2,10-13).

En el niño con PC diparesia espástica se observa un retraso en la adquisición de la marcha, con tendencia al patrón en equino y genu recurvatum, en las formas mas severas puede encontrarse una tendencia al patrón en tijera (marcada espasticidad de músculos aductores) y pies en equino varo (14,16).

De acuerdo a la gravedad de la espasticidad, las deformidades dinámicas y fijas, los pacientes diparéticos suelen cursar con una marcha independiente o asistida con pasos cortos y sobre la punta de los pies, velocidad disminuida, con un ángulo de progresión negativo que altera la alineación de las rodillas sobre los tobillos disminuyendo el momento extensor de los cuádriceps (17).

De acuerdo con el trabajo desarrollado en el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) bajo el registro de proyectos 27/09 INR, se conoce el efecto de la órtesis robótica tipo Lokomat (Hocoma, Suiza) sobre la Gross Motor Function Classification System (Palisano 1997) y sobre las variables espaciotemporales de la marcha, sin embargo, en el paciente hemiparético lo habitual no es observar pacientes con marchas asistidas y la facilidad para realizar cambios intermedios desde el supino a la bipedestación habitualmente no está gravemente comprometido como en el caso de los niños diparéticos y no se conocen los cambios que se podrían ejercer en el patrón de marcha al correlacionarlos a detalle con los ítems de la Gross Motor Function Measure (Russell 1990) (15,19).

III. JUSTIFICACIÓN

En el Instituto Nacional de Rehabilitación en el periodo 2005-2009 se registraron 2198 atenciones de primera vez en la división de Rehabilitación Pediátrica bajo el diagnóstico de PC y en el periodo de Octubre de 2007 a Enero de 2010, la PC fue la primera causa de ingreso al Programa de Hospitalización Infantil del mismo servicio (25). La mayor expectativa de los padres del niño con PC es que logre la marcha, aduciendo a esta actividad el máximo logro motor que les permita desarrollar la independencia en sus actividades de la vida diaria.

Se conoce que el análisis espaciotemporal de la marcha es una herramienta útil para evaluar los cambios de la función motora gruesa antes o después a cualquier alternativa terapéutica, dándole en los últimos años prioridad en uso e interpretación de sus resultados ante la toma de decisiones quirúrgicas. En el particular caso de los pacientes con PC diparesia espástica la correlación del análisis espaciotemporal de la marcha con el uso de la Gross Motor Function Measure (GMFM) (Russell 1990) ofrece cambios con correlación positiva en la evolución de estos pacientes ante intervenciones terapéuticas (18-22).

Aun cuando en los últimos tres años se han desarrollado investigaciones que reportan los beneficios del reentrenamiento de la marcha con la órtesis robótica tipo Lokomat (Hocoma, Suiza), estos presentan limitaciones desde el punto de vista metodológico ya que se valoran pacientes con diferentes grupos etarios y variedades patológicas de la PC y no se realizan correlaciones clínicas con instrumentos cuantitativos ya que estos únicamente se han realizado reportando cambios en la función motora gruesa con la Gross Motor Function Classification System (Palisano 1997) o sobre algún particular como el tono y/o la fuerza muscular (23-24).

Se conoce que en pacientes diparéticos que han sido sometidos a una intervención terapéutica convencional (programas de fortalecimiento muscular, soporte parcial de peso, aplicación de toxina botulínica) presentan cambios en la velocidad de la marcha sin modificar otros parámetros del análisis

espaciotemporal. Se espera que al utilizar una modalidad de tratamiento que reproduce sistemáticamente un ciclo de marcha normal influya en la modificación de otros parámetros del análisis espaciotemporal y no exclusivamente en la velocidad ya que por ejemplo, se ha reportado que en el caso de pacientes con hemiparesia espástica existen cambios a nivel de la simetría de la zancada y disminución de la diferencial temporal del paso. (18-20).

Es importante destacar que cuanto más homogénea sea la selección de una muestra, los resultados obtenidos pueden tener mayor significancia estadística, ya que esta es otra limitante metodológica para determinar la verdadera efectividad de una modalidad de tratamiento.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se cuenta con los instrumentos clínicos y cuantitativos para determinar los resultados de una intervención terapéutica en pacientes bajo el diagnóstico de PC tipo diparesia espástica.

¿Existirán cambios cuantificables en el análisis espaciotemporal de la marcha y en aspectos de la función motora gruesa de pacientes diparéticos reentrenados con la órtesis robótica tipo Lokomat?

V. HIPÓTESIS

Es posible modificar las fases de la marcha y disminuir la postura anormal de las caderas y rodillas en pacientes con PC diparesia espástica con el reentrenamiento de la marcha con la órtesis robótica tipo Lokomat (Hocoma, Suiza) y con dichos cambios modificar las habilidades de la función motora gruesa.

VI. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los cambios clínicos y cuantitativos de la marcha en pacientes con PC diparesia espástica sometidos a un reentrenamiento de marcha con la órtesis tipo Lokomat (Hocoma, Suiza).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Aplicar la GMFM (5 dimensiones con un total de 88 ítems. A: Tumbarse y rodar 17 ítems, B: Sentarse 20 ítems, C: Gatear y arrodillarse 14 ítems, D: de pie 13 ítems, E: Marcha 24 ítems) y realizar un análisis cuantitativo de las características espaciotemporales de la marcha en los pacientes seleccionados previo a someterse a un reentrenamiento de la marcha.

2.-Valorar los cambios y cuantitativos de la marcha después de aplicado el reentrenamiento.

3.-Observar la correlación existente entre los cambios clínicos y cuantitativos presentados en los pacientes.

4.-Comparar dichos cambios contra los análisis previamente descritos para población sana y otras variedades topográficas de PC.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

Una vez seleccionados los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión, estos acudirán como pacientes externos; se les aplicará la GMFM en sus dimensiones de la A a la E en sus 88 ítems por un único observador y se les programará un análisis espaciotemporal de la marcha a evaluar con el GaitRITE System (Chicago Ill.) Posteriormente se programarán para toma de medidas de segmentos y serán sometidos a una sesión de sensibilización dentro de la órtesis robótica tipo Lokomat (Hocoma, Suiza), una vez tolerado, se programará el inicio del reentrenamiento que consistirá en 10 sesiones de 30 minutos de duración con parámetros de velocidad acordes a las características de peso, talla y segmentos de cada paciente seleccionado; se modificará la fuerza guía de las órtesis robóticas de acuerdo a la tolerancia de los pacientes. Al término del tratamiento y en un plazo no mayor a una semana se repetirá la evaluación clínica (GMFM) y del análisis espaciotemporal. El total de pacientes se trasladaría en 12 ocasiones de su domicilio al hospital para concluir con el protocolo de tratamiento.

Se utilizará estadística descriptiva y comparativa. Para comparar los parámetros espaciotemporales de la marcha y los ítems de la GMFM (Russell 1990), se utilizará la prueba de signos de Wilcoxon.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación con el diagnóstico de PC tipo Diparesia Espástica:

- Niños o niñas de entre cuatro y doce años con una medición de segmento femoral igual o mayor a 28 cm.
- Integridad visual o auditiva (normal o corregida) y un coeficiente intelectual mayor a 70, sin trastornos de conducta.
- Clínicamente deberán pertenecer a la clase II-III de la GMFCS (28).
- El tono de las extremidades pélvicas en la escala de Ashworth modificada (EAM) (27) en un rango de 0-2.

-Dentro de los antecedentes previos al inicio del estudio, con un tiempo entre la cirugía ortopédica y/o aplicación de toxina botulínica a miembros inferiores mayor a seis meses en el momento del primer análisis de marcha.

-Una vez informados los familiares responsables de los pacientes y al aceptar participar en el estudio, firmar el consentimiento informado de acuerdo a la Declaración de Helsinki (26).

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

No se incluirán diparesias no espásticas (discinética, atáxica, mixta), déficit intelectual o alteraciones sensoriales no corregidas que limiten la participación activa del paciente en su tratamiento o que limite su capacidad para seguir instrucciones de uno a tres comandos.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Durante el estudio se eliminarán a pacientes que abandonen el tratamiento, que no asistan al análisis de marcha al término del ciclo, el desarrollo de deformidades fijas que impidan el apego al tratamiento o el rechazo a la modalidad del tratamiento por parte del familiar responsable del niño una vez iniciado el estudio. Cualquier otra razón no especificada dentro de estos criterios que limiten la participación del paciente o su familiar responsable para la continuidad de este estudio.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| NOMBRE | UNIDAD DE MEDIDA | ABREVIATURA | DESCRIPCIÓN | CUALITATIVA | CUANTITATIVA |
|--|---|-------------|--|--|--------------|
| Parálisis cerebral | NA | PC | Trastorno de la postura y el movimiento asociado al daño de un cerebro inmaduro no progresivo pero evolutivo en presentación clínica. | ✓ | |
| Diparesia espástica | NA | | Signos y síntomas del síndrome de neurona motora superior en las 4 extremidades de predominio en miembros inferiores. | ✓ | |
| 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 Measure | NA | GMFM | Instrumento observacional estandarizado, diseñado y validado para medir cambios en la función motora gruesa en el tiempo en niños con parálisis cerebral. | 0= no comienza 1= comienza 2= completa parcialmente 3= completa | ✓ |
| 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. | | ✓ |
| Functional ambulation profile | Puntos sobre un máximo a obtener de 100 | FAP | Expresión numérica cualitativa de aspectos de la marcha en tiempo y distancia, útil para evaluar de manera cualitativa y global los ciclos y auxiliares de la marcha; expresado en puntos sobre un | | ✓ |

| | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|---|---|--|---|
| | | | máximo de 100. | | |
| Velocidad | cm/seg | V | Son los centímetros que se recorren por segundo en el tapete instrumentado GAITRite | | ✓ |
| Diferencial Temporal del paso | Segundos | | Resultante de la diferencia entre la duración del paso del miembro pélvico contra el izquierdo, expresado en segundos. | | ✓ |
| Diferencial de longitud de paso | cm | | Es el número de centímetros que establecen la asimetría entre la longitud del paso derecho contra el izquierdo. | | ✓ |
| Longitud de paso | cm | | Distancia que ocurre entre el choque de talón de una extremidad hasta el choque de talón de la extremidad opuesta, expresado en centímetros para miembro pélvico izquierdo y derecho. | | ✓ |
| Longitud de zancada | cm | | Distancia que ocurre entre un choque de talón a otro en una misma extremidad, expresado en centímetros para miembro pélvico izquierdo y derecho. | | ✓ |
| Balanceo | % Ciclo de marcha (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 | % Ciclo de marcha (GC) | | Fragmento del ciclo de la marcha en el que los 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 | | ✓ |
| 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. | | ✓ |

VIII. RESULTADOS

En el periodo de Mayo a Octubre de 2010, se seleccionaron 11 pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, con el diagnóstico de PC Diparesia espástica, que cumplieron con los criterios de inclusión al estudio. El total de pacientes de esta muestra concluyó el tratamiento y la valoración final al término del mismo.

Para el análisis de marcha, se tuvieron dificultades para obtener los resultados de las evaluaciones de cada paciente. El peso promedio para los pacientes del grupo de 4-6 años fue de 16.6 kg y para los pacientes de 6-12 años fue de 21.3 kg; si bien se han estudiado pacientes con las mismas características de edad y peso los patrones de marcha de estos niños no permitieron que se realizara una lectura confiable con un solo periodo de marcha ya fuera debido a que se excedía el periodo de espera del software del GAITRite System, los pasos eran muy cortos y con apoyos anormales (por ejemplo en equino) que pasaron fácilmente desapercibidos o debido a que algunos pacientes solo lograban completar parcialmente el recorrido sobre el tapete instrumentado del GAITRite System.

Durante el tratamiento, la velocidad tolerada por los pacientes en promedio fue de 2 km/hr (± 1 km/hr) y la fuerza guía en las 2 primeras sesiones de tratamiento se mantuvo en el 100% (marcha conducida por la DGO Lokomat®), se disminuyó progresivamente de acuerdo a la tolerancia de los pacientes, para los pacientes con GMFCS III disminuyó entre un 5 y 20% y para los pacientes con GMFCS II de 20 a 40%.

Las características clínicas y demográficas de la muestra fueron las siguientes: 11 pacientes (2 niñas y 9 niños): 6 pacientes (6 niños) pertenecían al GMFCS II y 5 al GMFCS III (2 niñas y 3 niños). Respetando los grupos de edad de la GMFCS, se encontraron 5 pacientes del grupo de edad de 4-6 años y 6 del grupo de 6-12 años (Tabla 1).

El análisis de los datos obtenidos se procesó con el paquete estadístico SPSSv17 para Windows®.

Del total de variables que proporciona el análisis espaciotemporal de la marcha con el GAITRite System se seleccionaron de manera intencional para el análisis las variables que se modifican con la madurez biológica del niño sano y se consideraron las variables que mostraron cambios positivos por significancia estadística en estudios previos con población que si bien contaba con el diagnóstico de PC presenta la variedad topográfica de hemiparesia espástica.

Solo se presentaron cambios estadísticamente significativos en la longitud del paso izquierdo ($p=0.026$). (Tabla 2).

Se evaluó a los pacientes con los 88 ítems de las 5 dimensiones de la GMFM al inicio y final del tratamiento. (Tabla 3).

En el total del puntaje de la prueba se observó una mejoría estadísticamente significativa en el grupo estudiado con un incremento de 234 a 248 puntos ($p=0.003$). Aunque para el porcentaje de los puntos obtenidos del total de la prueba no se modificó el 89% inicial contra el porcentaje final, los mínimos y máximos incrementaron generando una significancia estadística de $p=0.011$. (Tabla 3).

En cuanto a los porcentajes por dimensiones de la GMFM, se observaron cambios estadísticamente significativos en las dimensiones A ($p=0.041$), D ($p=0.005$) y E ($p=0.012$) de la prueba. (Gráfica 1).

De los 88 ítems no se observaron cambios ante el tratamiento en los ítems 1-11, 14-17 de la dimensión A de la prueba; en los ítems 20, 28, 30, 34-37 de la dimensión B; ítems 38-40, 46-48 y 51 de la dimensión C; ítems 52, 56, 59, 62 de la dimensión D e ítems 65-66, 68-69, 75-76, 79 y 83 de la dimensión E.

Pese a los cambios en el resto de los ítems; para las dimensiones A-C de la GMFM, no se observaron resultados estadísticamente significativos ($p>0.05$).

De las dimensiones D y E se presentaron cambios en los ítems 57-58, 60, 63, 78, 80-81 y 86, con resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$). (Tablas 4-5).

IX. DISCUSIÓN

De manera general se estima que el patrón de marcha en el niño es producto de su adaptación biológica y la integridad del sistema nervioso y musculoesquelético y que dicho patrón sufre cambios en la simetría de los pasos y la zancada, la velocidad de la marcha incrementa y se normalizan los ciclos de marcha.

Existen estudios que muestran estandarizaciones de patrones de marcha en población pediátrica mexicana encontrando diferencias en los resultados obtenidos con este grupo de estudio: la velocidad se encuentra disminuida en un 50% de lo previsto para población normal dentro del mismo grupo de edad en la prueba inicial y en apariencia disminuye aun más en la prueba final pero es necesario considerar los patrones de marcha que caracterizan a la diparesia espástica en los que puede existir un patrón dinámico con apoyo en equino bilateral en el que los pacientes presentarán pasos cortos con una velocidad mayor a lo esperado por la edad o una marcha con apoyo plantígrado bilateral con pasos muy cortos pero con dificultad para realizar una alternancia del paso a la velocidad esperada para la edad por debilidad muscular y/o la espasticidad que caracteriza en su mayoría a los pacientes con una GMFCS III.

La longitud de los pasos es hasta en un 35% menor a lo esperado con respecto a la población sana en la prueba inicial y presenta mejoría con valores cercanos a lo normal; en esta muestra en particular la mejoría estadísticamente significativa fue predominante en el miembro pélvico izquierdo ($p=0.026$).

Para los ciclos de la marcha se encontró en esta muestra una tendencia a la inversión de la proporción de los ciclos de la marcha tanto para la fase estática (stance) como para la dinámica (swing), aumentando los porcentajes para la fase dinámica y reduciendo la fase estática. (29)

Si bien los hallazgos del análisis de marcha son anormales, concuerdan en la fase pre-tratamiento con lo reportado en la literatura para pacientes afectados con diparesia espástica y aun cuando los cambios al tratamiento no son en la

totalidad de las variables estadísticamente significativos, si son superiores a lo habitualmente reportado en las variables de longitud de paso y velocidad. (30)

Comparando con la variedad topográfica tipo hemiparesia espástica, los pacientes diparéticos no mostraron cambios estadísticamente significativos en la diferencia temporal de paso (STD), la diferencia longitudinal del paso (SLD) y el FAP con lo que se podría determinar que la asimetría de la marcha no es el común denominador para pacientes diparéticos y que las alteraciones se ubican dentro del contexto de la velocidad y los ciclos de la marcha. (31)

Existe en la literatura hallazgos similares a los encontrados para este estudio con el uso de una órtesis robótica sobre la marcha en pacientes con PC sobre las dimensiones D y E de la GMFM que predominan sobre niños clasificados como GMFCS I y II que sobre aquellos clasificados como III y IV, sin embargo el número de sesiones de tratamiento fue de 12 con una frecuencia de 1-2 veces por semana y en los grupos se colocaron pacientes con diferentes variedades topográficas y no exclusivamente pacientes con diparesia espástica como en el caso de este estudio, para esta muestra no se evaluaron las diferencias entre los pacientes con GMFCS II y III debido a que el tamaño de la muestra no permitía establecer diferencias significativas (32). En este estudio no se reportaron cambios sobre la dimensión A pero en el estudio no se especifica si durante el reentrenamiento de la marcha se modificó la fuerza guía del sistema Lokomat® que indirectamente puede generar una modificación en la fuerza muscular de los grupos musculares flexores y extensores de las caderas y las rodillas afectando los ítems 4 y 5 de la dimensión A de la GMFM.

Es necesario destacar que si bien el reentrenamiento de marcha es uno de los principales objetivos de paciente ambulatorio con PC, los estudios realizados hasta la fecha y revisados en un metaanálisis no permiten establecer conclusiones definitivas sobre los resultados de estas intervenciones ya que se mezclan variedades topográficas cuando los patrones de marcha son completamente diferentes. (33)

En cuanto al control de la velocidad de la banda sin fin para mejorar el patrón y la velocidad de la marcha se reportan varios estudios de los cuales solo uno tiene las características de la banda sin fin electrónica de la DGO tipo Lokomat que elimina el riesgo de sobreentrenamiento o tratamiento inadecuado al ajustar la velocidad sobre las variedades de peso, talla y longitud de segmentos lo que hace más seguro y preciso el tratamiento (34-36).

No se encontraron referencias en la literatura sobre la satisfacción de los resultados del tratamiento con DGO tipo Lokomat referidos por los padres o por los pacientes y si bien no se tomo en cuenta ninguna variable a considerar este aspecto, el total de los padres se mostraron optimistas ante los cambios observados en sus pacientes.

X. CONCLUSIONES

Para esta muestra en particular se obtuvieron cambios favorables en la evaluación de la función motora gruesa y en los parámetros habitualmente descritos como significativos del análisis espaciotemporal de la marcha.

Es necesario considerar el incremento en el tamaño de la muestra para corroborar o incrementar la cantidad de variables susceptibles a mejoría con este tratamiento y de ser posible establecer las diferencias que afectan a los diferentes niveles de la GMFCS estudiados, así como establecer un plan de seguimiento para observar la evolución en el patrón de marcha y sus características en relación a los tratamientos aplicados.

XI. ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 1. Total de pacientes

| Grupo | 4-6 | | | 6-12 | | |
|-----------|-------|-------|---------------|-------|-------|---------------|
| | Niños | Niñas | Peso Promedio | Niños | Niñas | Peso promedio |
| GMFCS II | 3 | 0 | 16.6 kg | 3 | 0 | 21.3 kg |
| GMFCS III | 2 | 0 | | 1 | 2 | |

Tabla 2. Variables de Marcha

| | Mediana Pre tratamiento | Mediana Post tratamiento | <i>p</i> |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| Velocidad | 57 [1.2;91.6] | 42.8 [-58.8;74.3] | 0.374 |
| Diferencial temporal de paso | 1.77 [0.01;15.5] | 0.76 [0.03;19.63] | 0.657 |
| Diferencial de longitud de paso | 13.94 [1.23;206.75] | 63.2 [1.06;275.8] | 0.131 |
| Paso izquierdo | 34.72 [-73.87;62.55] | 58.84 [14.92;166.71] | 0.026 |
| Paso derecho | 34.11 [14.91;132.87] | 15.98 [-109.9;49.34] | 0.075 |
| Zancada izquierda | 83.44 [19.95;285.19] | 78.6 [26.94;215.15] | 0.859 |
| Zancada derecha | 77.82 [16.69;148.57] | 75.25 [32.37;104.98] | 0.859 |
| Swing izquierdo | 79.2 [47.3;100.1] | 92.4 [43.8;108.8] | 0.594 |
| Swing derecho | 74.4 [40.9;144.4] | 85.7 [40.2;105.3] | 0.929 |
| Stance izquierdo | 20.8 [0.3;52.7] | 14 [0.3;56.2] | 0.929 |
| Stance derecho | 27.6 [03;60] | 16 [01;59.9] | 0.657 |
| Functional Ambulation Profile (FAP) | 48 [42;95] | 48 [47;86] | 0.407 |

Tabla 3. Puntaje y Porcentaje de GMFM

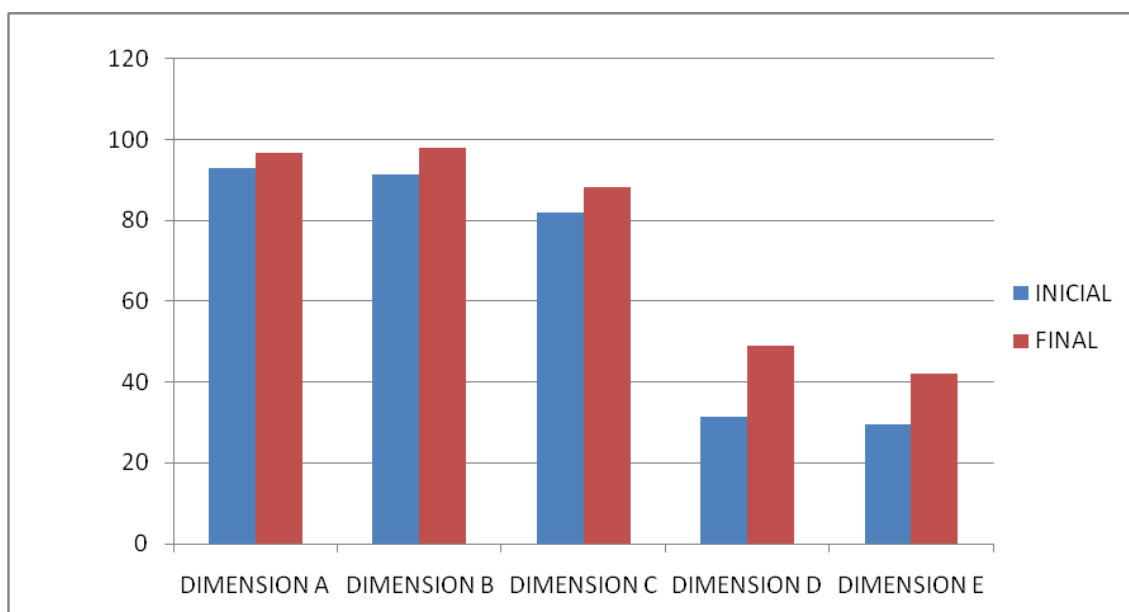
| | Mediana Pre tratamiento | Mediana Post tratamiento | <i>p</i> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| Puntuación GMFM | 234 [125;246] | 248 [135;255] | 0.003 |
| Porcentaje GMFM | 89 [47;93] | 89 [51;96] | 0.011 |

Tabla 4. Dimensión D de la GMFM

| | Inicial | Final | P |
|--|---------|--------|-------|
| De pie | | | |
| DE PIE | | | |
| 57 Levanta pie izq sin apoyo 10 seg | 0.00% | 9.10% | 0.046 |
| 58 Levanta pie der sin apoyo 10 seg | 0.00% | 9.10% | 0.046 |
| DE RODILLAS | | | |
| 60 Ponerse de pie arrodillándose sobre der sin usar brazos | 9.10% | 63.60% | 0.011 |
| DE PIE | | | |
| 63 Ponerse de cuclillas | 18.20% | 54.50% | 0.025 |

Tabla 5. Dimensión E de la GMFM

| | Inicial | Final | p |
|--|---------|--------|-------|
| Marcha | | | |
| DE PIE SUJENTANDO MANOS | | | |
| 78 Da una patada a un balón con el pie derecho | 27.30% | 54.50% | 0.025 |
| 80 Salta hacia arriba con los 2 pies 12 seg | 9.10% | 36.40% | 0.046 |
| 81 Salta con los 2 pies hacia delante 12 seg | 9.10% | 36.40% | 0.046 |
| DE PIE | | | |
| 86 Camina 4 pasos hacia arriba alternado pies | 0.00% | 36.40% | 0.046 |

**Gráfica 1. Porcentaje inicial y final de las 5 dimensiones de la GMFM**

ANEXO 2

Consentimiento Informado

YO

NOMBRE DEL(A) PACIENTE: _____ EDAD: _____

NOMBRE DEL(A) FAMILIAR RESPONSABLE: _____
REL. _____

IDENTIFICACIÓN: _____ EXPEDIENTE NO.: _____

Manifiesto que he sido informado/a sobre los beneficios para mi hijo (a) que podría suponer la medición de los parámetros de la marcha y la postura para cubrir los objetivos del Proyecto de Investigación titulado “**CAMBIOS EN LA FUNCION MOTORA GRUESA Y EL ANALISIS ESPACIOTEMPORAL DE LA MARCHA DE PACIENTES CON PARALISIS CEREBRAL TIPO DIPARESIA ESPASTICA: REEDUCACION DE LA MARCHA EN ORTESIS ROBOTICA.**”, en el Laboratorio de Análisis de Movimiento Humano del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Que me fue explicado que el proyecto consiste en buscar cambios en la marcha del niño con parálisis cerebral antes y después de la terapia a recibir, y que mi participación consistirá en permitir a mi hijo caminar sobre un tapete instrumentado, **sin riesgo, sin molestias y sin dolor**; además será pesado, medido, y evaluado por la Médico de 3er año de Medicina de Rehabilitación Dra. Alejandra Torres Leal.

Que también me fue informado que en cualquier momento puedo abandonar el estudio, sin perder los derechos como paciente del **INR** y que mi participación es **ANÓNIMA Y CONFIDENCIAL**. Todos los datos que proporcione serán para fines de investigación, donde se busca sean publicados en revistas de especialización así como expuesto en conferencias científicas, respetando **EL ANONIMATO** del paciente. Al firmar esta hoja **OTORGO** mi **CONSENTIMIENTO** al personal del Instituto Nacional de Rehabilitación para realizar las pruebas necesarias para la realización de este estudio, incluyendo la toma de material fotográfico y visual del paciente, así como para que todo el material sea utilizado para cubrir los objetivos especificados en el proyecto y acepto que no habrá remuneración alguna por el uso y publicación de los mismos.

Paciente o Familiar responsable

Testigo 1

Testigo2

Testigo 3

M. en C. Ivett Quiñones Urióstegui
Jefe del Laboratorio de Análisis de Movimiento

Dra. Irma Tamara Arellano Martínez.
Responsable médico

ANEXO 3

FUNCIÓN MOTORA GRUESA

Tomado del Gross Motor Measures Group, 1990. Revisado
Septiembre 1993

| Nombre | Edad | Inicio | Final | GMFCS |
|--------|------------|--------|-------|-------|
| Fecha | Expediente | | | |

| <i>Tumbarse y rodar</i> | | | | |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| SUPINO | | | | |
| 1 | Voltear con extremidades simétricas | | | |
| 2 | Llevar manos a línea media, juntar dedos | | | |
| 3 | Levantar cabeza 45° | | | |
| 4 | Flexionar cadera y rodilla derecha | | | |
| 5 | Flexionar cadera y rodilla izquierda | | | |
| 6 | Adelantar brazo derecho | | | |
| 7 | Adelantar brazo izquierdo | | | |
| 8 | Rodar a prono sobre lado derecho | | | |
| 9 | Rodar a prono sobre lado izquierdo | | | |
| PRONO | | | | |
| 10 | Levantar derecha la cabeza | | | |
| 11 | Sobre antebrazos levantar cabeza | | | |
| 12 | Sobre antebrazos, peso sobre derecho, levantar izquierdo | | | |
| 13 | Sobre antebrazos, peso sobre izquierdo, levantar derecho | | | |
| 14 | Rodar sobre lado derecho | | | |
| 15 | Rodar sobre lado izquierdo | | | |
| 16 | Rodar 90° a la derecha usando extremidades | | | |
| 17 | Rodar 90° a la izquierda usando extremidades | | | |

| | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|
| TOTAL | | | | |
| PORCENTAJE | | | | |

| <i>Sentarse</i> | | | | |
|------------------------|---|--|--|--|
| SUPINO | | | | |
| 18 | Se incorpora controlando cabeza | | | |
| 19 | Rueda a la derecha hasta sentarse | | | |
| 20 | Rueda a la izquierda hasta sentarse | | | |
| SENTADO SOBRE LA MESA | | | | |
| 21 | Sujetado por el tórax levanta cabeza recta por 3seg | | | |
| 22 | Sujetado por el tórax levanta cabeza por 10seg | | | |
| 23 | Brazos apoyados se mantiene 5seg | | | |
| 24 | Brazos libres se mantiene 5seg | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 25 | Se mantiene con brazos libres por 3 segundos | | | |
| 26 | Con un juguete enfrente, se inclina, lo toca y se incorpora | | | |
| 27 | Con un juguete a 45°, se inclina, lo toca y se incorpora | | | |
| | SOBRE EL LADO DERECHO | | | |
| 28 | Se mantiene sin apoyar los brazos 5seg | | | |
| | SOBRE EL LADO IZQUIERDO | | | |
| 29 | Se mantiene sin apoyar los brazos 5seg | | | |
| | SOBRE LA MESA | | | |
| 30 | Pasa a prono con control | | | |
| | SOBRE LA MESA CON PIES AL FRENTE | | | |
| 31 | Logra 4 puntos sobre lado derecho | | | |
| 32 | Logra 4 puntos sobre lado izquierdo | | | |
| | SOBRE LA MESA | | | |
| 33 | Gira 90° sin ayuda de los brazos | | | |
| | EN UN BANCO | | | |
| 34 | Se mantiene sin ayuda por 10seg | | | |
| | DE PIE | | | |
| 35 | Se mantiene sentado sobre un banco | | | |
| | EN EL SUELO | | | |
| 36 | Se mantiene sentado sobre un banco pequeño | | | |
| 37 | Se mantiene sentado sobre un banco grande | | | |

| | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|
| TOTAL | | | | |
| PORCENTAJE | | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| | Gatear y arrodillarse | | | |
| | PRONO | | | |
| 38 | Repta hacia delante 6seg | | | |
| | 4 PUNTOS | | | |
| 39 | Se mantiene 10seg | | | |
| 40 | Consigue sentarse con manos libres | | | |
| | PRONO | | | |
| 41 | Pasa a 4 puntos con el peso sobre manos y rodillas | | | |
| | 4 PUNTOS | | | |
| 42 | Adelanta brazo derecho, sube mano por encima de hombro | | | |
| 43 | Adelanta brazo izquierdo, sube mano por encima de hombro | | | |
| 44 | Gatea a saltos 6seg | | | |
| 45 | Gateo recíproco 6seg | | | |
| 46 | Sube a gatas 4 escalones | | | |
| 47 | Baja gateando hacia atrás 4 escalones | | | |
| | SENTADO SOBRE MESA | | | |
| 48 | Se pone de rodillas y se mantiene sobre rodillas 10seg | | | |
| | ARRODILLADO | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 49 | De rodillas hasta la mitad sobre rodilla derecha 10seg | | | |
| 50 | De rodillas hasta la mitad sobre rodilla izquierda 10seg | | | |
| 51 | Avanza caminado de rodillas 10 pasos | | | |

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| TOTAL | | | |
| PORCENTAJE | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| | De pie | | | |
| | EN EL SUELO | | | |
| 52 | Se pone de pie en un banco grande | | | |
| | DE PIE | | | |
| 53 | Se mantiene sin apoyar brazos 3seg | | | |
| 54 | Sujetándose de banco con 1 mano, levanta pie derecho 3seg | | | |
| 55 | Sujetándose de banco con 1 mano, levanta pie izquierdo 3seg | | | |
| 56 | Se mantiene sin apoyar brazos 20seg | | | |
| 57 | Levanta pie izquierdo sin apoyo 10seg | | | |
| 58 | Levanta pie derecho sin apoyo 10seg | | | |
| | SENTADO EN BANCO PEQUEÑO | | | |
| 59 | Consigue ponerse de pie sin usar brazos | | | |
| | DE RODILLAS | | | |
| 60 | Ponerse de pie arrodillándose sobre derecho sin usar brazos | | | |
| 61 | Ponerse de pie arrodillándose sobre izquierdo sin usar brazos | | | |
| | DE PIE | | | |
| 62 | Se sienta en el suelo con control | | | |
| 63 | Ponerse de cuclillas | | | |
| 64 | Recoge un objeto del suelo y se pone de pie | | | |

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| TOTAL | | | |
| PORCENTAJE | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| | Marcha | | | |
| | DE PIE CON LAS MANOS EN BANCO GRANDE | | | |
| 65 | 5 pasos a la derecha | | | |
| 66 | 5 pasos a la izquierda | | | |
| | DE PIE SUJENTANDO MANOS | | | |
| 67 | 10 pasos hacia delante | | | |
| | DE PIE SUJETANDO UNA MANO | | | |
| 68 | 10 pasos hacia delante | | | |
| | DE PIE | | | |
| 69 | 10 pasos hacia delante | | | |
| 70 | 10 pasos hacia delante, se para y gira 180° y regresa | | | |
| 71 | 10 pasos hacia atrás | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 72 | 10 pasos hacia delante con un objeto grande en las 2 manos | | | |
| 73 | 10 pasos hacia delante entre 2 líneas paralelas | | | |
| 74 | 10 pasos consecutivos sobre una línea recta | | | |
| 75 | Pasa con pie der sobre un palo a la altura de las rodillas | | | |
| 76 | Pasa con pie izquierdo sobre un palo a la altura de las rodillas | | | |
| 77 | Corre 15 pies, se para y regresa | | | |
| 78 | Da una patada a un balón con el pie derecho | | | |
| 79 | Da una patada a un balón con el pie izquierdo | | | |
| 80 | Salta hacia arriba con los 2 pies 12seg | | | |
| 81 | Salta con los 2 pies hacia delante 12seg | | | |
| | DE PIE SOBRE PIE DERECHO | | | |
| 82 | Salta sobre pie derecho 10 veces en un círculo | | | |
| 83 | Salta sobre pie izquierdo 10 veces en un círculo | | | |
| | DE PIE AGARRANDOSE DEL BARANDAL | | | |
| 84 | Camina 4 pasos hacia arriba alternado pies | | | |
| 85 | Camina 4 pasos hacia abajo alternado pies | | | |
| | DE PIE | | | |
| 86 | Camina 4 pasos hacia arriba alternado pies | | | |
| 87 | Camina 4 pasos hacia abajo alternado pies | | | |
| | DE PIE SOBRE UN ESCALON | | | |
| 88 | Salta con los 2 pies a la vez | | | |

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| TOTAL | | | |
| PORCENTAJE | | | |

DE DIMENSIONES

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

TOTAL GENERAL

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

PORCENTAJE TOTAL

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

CLAVES DE PUNTUACIÓN: **0= no comienza**
1= comienza
2= completa parcialmente
3= completa

A no ser que se especifique lo contrario, "comienza" se define como prueba completada por debajo del 10% del objetivo de cada ítem. "Completa parcialmente" se define como prueba que se completa entre el 10% y menos del 100%.

ANEXO 4

LOKOMAT

| | | | |
|--------|------|------------|----------|
| NOMBRE | EDAD | EXPEDIENTE | TELEFONO |
| | | | |

| | | | |
|---------------|---------------|---------------|-------------|
| PESO | TALLA | MUSLO | PIERNA |
| | | | |
| ARNES | PIERNA SUP | PIERNA MED | PIERNAS INF |
| | | | |
| LATERAL SUP | LATERAL MED | LATERAL INF | |
| | | | |
| POSTERIOR SUP | POSTERIOR MED | POSTERIOR INF | |
| | | | |

PIERNA MECANICA

| | |
|-----------|--|
| DERECHA | |
| IZQUIERDA | |

TOBILLO

| | |
|-----------|--|
| DERECHA | |
| IZQUIERDA | |

| | |
|-------------|--|
| COEFICIENTE | |
|-------------|--|

| | | | |
|----------------------|--|----------------------|--|
| MOV DE CADERA IZQ | | MOV DE CADERA DER | |
| VARIACION DE MOV IZQ | | VARIACION DE MOV DER | |

| | | | |
|----------------------|--|----------------------|--|
| MOV DE RODILLA DER | | MOV DE RODILLA IZQ | |
| VARIACION DE MOV DER | | VARIACION DE MOV IZQ | |

INICIO

| | | | | |
|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
| L FORCE | IZQUIERDA | | DERECHA | |
| | FLEXION | EXTENSION | FLEXION | EXTENSION |
| CADERA | | | | |
| RODILLA | | | | |

| | | | | |
|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
| L FORCE | IZQUIERDA | | DERECHA | |
| | FLEXION | EXTENSION | FLEXION | EXTENSION |
| CADERA | | | | |
| RODILLA | | | | |

| | | |
|-----------------|-------------|------------|
| FECHA DE INICIO | GMFM INICIO | GMFM FINAL |
| | | |

XII. REFERENCIAS

1. Gage J. Clinical use of kinetics for evaluation of pathological gait in cerebral palsy. *J Bone J Surg* 1994; 76-A(4):622-631.
2. Gage J. Gait analysis: principles and applications, emphasis on its use in cerebral palsy. *J Bone J Surg* 1995; 77-A(10): 1607-1623.
3. Bjorn L. Preoperative gait analysis has a substantial effect on orthopedic decision making in children with cerebral palsy: comparison between clinical evaluation and gait analysis in 60 patients. *Acta Orthopaedica* 2007; 78(1): 74-80.
4. Graham H. K. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone J Surg* 2003; 85-B: 157-166.
5. Dursun E. Effects of biofeedback treatment on gait in children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* 2004; 26(2): 116-120.
6. Nilsson L. 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.
7. 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(14): 807-816.
8. Preiss D. The effects of botulinum toxin (BTX-A) on spasticity of the lower limb and on gait in cerebral palsy. *J Bone J Surg* 2003; 85-B: 943-948.
9. 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.
10. Ledebt A. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor Control* 2005; 9: 459-468.
11. Mauritz K. H. Gait training in hemiplegia. *European Journal of Neurology* 2002; 9 (Suppl 1): 23-29.
12. Reiner R. Human-centered robotics applied to gait training and assessment. *J Rehab Research Develop* 2006; 43(5): 679-694.
13. Davids J. Optimization of walking ability of children with cerebral palsy. *J Bone J Surg* 2003; 85-A(11): 2224-2234.
14. Hesse S. Locomotor therapy in neurorehabilitation. *Neurorehabilitation* 2001; 16: 133-139.

15. Damiano L. Gait and Gross Motor Function in Cerebral Palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996; 38,389-396.
16. Rodríguez A. Clínica de la Parálisis Cerebral Infantil. *Rev Neurol Clin* 2001; 2(1): 225-235.
17. Rodda et al. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia a basis for a management algorithm. *E Journal Neurol* 2001; 98-108.
18. Damiano D et al. Can Strength Training Predictably Improve Gait Kinematics? A Pilot Study on the Effects of Hip and Knee Extensor Strengthening on Lower-Extremity Alignment in Cerebral Palsy *Physical Therapy* 2010; 90 (2): 269.
19. Kaishou-Xou et al. A randomized controlled trial to compare two botulinum toxin injection techniques on the functional improvement of the leg of children with cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation* 2009; 23: 800–811.
20. Mutlu et al. Treadmill training with partial body-weight support in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2009.
21. Drouin et al. Correlation between the Gross Motor Function Measure Scores and gait spatiotemporal measures in children with neurological impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996; 38: 1007-1019.
22. Damiano D et al. Relation of gait analysis to Gross Motor Function in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 1996; 38: 389-396.
23. Meta N et al. Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology* 2008; 50: 759-764.
24. Israel et al. Metabolic costs and muscle activity patterns during robotic- and therapist-assisted treadmill walking in individuals with incomplete spinal cord injury. *Physical Therapy* 2006; 11:1466-1478.
25. Archivo de la División de Rehabilitación Pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación.
26. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.
27. Mutlu A. Reliability of Ashworth and Modified Ashworth Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008, 9:44.

28. 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.
29. Moreno et al. Temporal and spatial gait parameters análisis in non-pathological Mexican children. *Gait & Posture* 2010; 32:78-81.
30. Katz-Leurer. Balance abilities and gait characteristics in post-traumatic brain injury, cerebral palsy and typically developed children. *Developmental Neurorehabilitation* 2009; 12(2): 100-105.
31. Arellano et al. Cinematic gait analysis: a comparison of two modes of treatment in children with hemiparetic spastic cerebral palsy. 2009 Pan American Health Care Exchanges. IEEE Catalog Number CFP0918G. ISBN 978-1-4244-3669-9.
32. Borggraefe et al. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol Soc* 2010; 14(6): 496-502.
33. Scott et al. Evaluating interventions to improve gait in cerebral palsy: a meta-analysis of spatiotemporal measures. *Develop & Child Neurol* 2007; 49: 542-49.
34. Dodd. Partial body-weight-supported treadmill training can improve walking in children with cerebral palsy: a clinical controlled trial. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49:101-05.
35. Meyer-Heim et al. Feasibility of robotic assisted locomotor training in children with central gait impairment. *Dev Med Child Neurol* 2007; 49: 900-06.
36. Willoughby et al. A systematic review of the effectiveness of treadmill for children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation* 2009; 31(24):1971-79.