



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO  
INTEGRAL DE LA FAMILIA**

**CENTRO NACIONAL MODELO DE ATENCIÓN,  
INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN  
E INTEGRACIÓN EDUCATIVA "GABY BRIMMER"**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS EFECTOS EN LA  
FUNCIONALIDAD DE LA EXTREMIDAD INFERIOR  
PARÉTICA Y EN LA FUNCIONALIDAD Y VELOCIDAD  
DE LA MARCHA EN PACIENTES CON SECUELAS DE  
EVC TRATADOS CON ESTIMULACIÓN VIBRATORIA Y  
UN PROGRAMA DE REEDUCACIÓN DE LA MARCHA**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**PRESENTA:**

**DR. ISAÍAS MARTÍNEZ FLORES**

**ASESORES:**

**DR. JESÚS MARTÍNEZ SEVILLA**

**DR. DAVID ROJANO SÁNCHEZ**

**DIF**

**MÉXICO, D.F.**

**ENERO 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA  
FAMILIA**

**CENTRO NACIONAL MODELO DE ATENCIÓN, INVESTIGACION Y  
CAPACITACIÓN PARA LA REHABILITACIÓN E INTEGRACIÓN  
EDUCATIVA “GABY BRIMMER”**

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS EFECTOS EN LA FUNCIONALIDAD DE LA  
EXTREMIDAD INFERIOR PARÈTICA Y EN LA FUNCIONALIDAD Y VELOCIDAD DE LA  
MARCHA EN PACIENTES CON SECUELAS DE EVC TRATADOS CON ESTIMULACIÓN  
VIBRATORIA Y UN PROGRAMA DE REEDUCACIÓN DE LA MARCHA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MEDICO ESPECIALISTA EN**

**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

**P R E S E N T A:**

**DR. ISAÍAS MARTÍNEZ FLORES**

ASESORES: DR. JESÚS MARTÍNEZ SEVILLA

DR. DAVID ROJANO SÁNCHEZ

MÉXICO D.F. ENERO 2010.

## **ASESORES**

---

Dr. Jesús Martínez Sevilla  
Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Maestro en Administración de Sistemas de Salud  
Centro Nacional Modelo de Atención, Investigación y Capacitación para la  
Rehabilitación e Integración Laboral Iztapalapa

---

Dr. David Rojano Sánchez  
Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación  
Maestro en Ciencias Medicas  
Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Norte  
Del Instituto Mexicano del Seguro Social

## **INVESTIGADOR**

Dr. Isaías Martínez Flores  
Médico Residente de Tercer Año  
Especialidad en Medicina de Rehabilitación

## **AGRADECIMIENTOS**

Todo mi agradecimiento a las autoridades del CNMAICRIL Iztapalapa y del CNMAICRIE Gaby Brimmer por las facilidades otorgadas a mi persona para la realización de este proyecto.

Agradezco de manera particular a todas aquellas personas que contribuyeron a la ejecución de este proyecto:

- Dra. Lupercio y Dr. Israel gracias por apoyarme en el inicio de este proyecto.
- Dra. Palacios, gracias por brindarme su apoyo para que este proyecto fuera posible en el CNMAICRIL Iztapalapa.
- Muchísimas gracias a cada una de las Médicos del CNMAICRIL Iztapalapa, (Dra. Hernández, Dra. Malpica, Dra. Arteaga, Dra. Vargas, Dra. Valdovinos) primeramente por sus enseñanzas, segundo por sus consejos y tercero por brindarme la confianza para trabajar con sus pacientes.
- Mil gracias a las y los terapeutas del CNMAICRIL Iztapalapa (Magos, Lupita, Rita, Anabel, Viky, Isaura, Gema, Lety, Magda, Mario.) de no ser por ustedes mi residencia no habría sido completa, gracias por su amistad y por todo lo que me enseñaron de su hermosa profesión.

## CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>IV. OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>VII. DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	<b>25</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>26</b>
<b>X. CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>	<b>31</b>
<b>XI. REFERENCIAS</b>	<b>32</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La American Stroke Association reporta a la enfermedad vascular cerebral (EVC), dentro de las 3 primeras causas de muerte en la población y como una de las enfermedades cuyas secuelas demandan al paciente que la padece altos grados de discapacidad<sup>1</sup>, teniendo como edades promedio de presentación aquellas personas entre los 45 y 64 años de edad<sup>1</sup>, presentándose con mayor frecuencia en los hombres que en las mujeres con relación de 11/9, del cual 87% corresponde al tipo isquémico con una incidencia de 168 casos por 10, 000 México americanos, estimando que cada año 780,000 personas experimentan un evento relacionado a EVC.<sup>1</sup>

La enfermedad vascular cerebral genera diversas secuelas para el paciente, y la hemiparesia constituye la causa más frecuente de discapacidad afectando en un 70% a 85% del total de los pacientes<sup>3</sup>, la cual puede presentarse hasta 2 semanas posteriores al episodio de EVC (enfermedad vascular cerebral) y supone una combinación de alteraciones motrices volitivas y del tono muscular, que dan como resultado una diversidad heterogénea de sintomatología y de pérdida funcional, estimándose que más del 50% de los pacientes presentarán tras un periodo de recuperación cierto déficit motriz que se verá reflejado en su independencia funcional.<sup>3</sup>

Tomando en cuenta, que la enfermedad vascular cerebral causa un síndrome de neurona motora superior, que incluye espasticidad y anomalías motoras asociadas a movimientos sinérgicos, el paciente experimentará alteraciones en las extremidades tanto superiores como inferiores y que condicionarán modificaciones en la marcha del mismo.<sup>4</sup> La recuperación en la locomoción del paciente con EVC inicia dentro de las primeras 11 semanas después del evento en el 95% de los pacientes, pero la recuperación en la funcionalidad de la marcha se verá reflejada hasta los 6 meses posteriores al evento vascular.<sup>5</sup>

Debido a ello, dentro de los programas de rehabilitación del paciente con secuelas de EVC se incluye de manera importante la rehabilitación en la marcha, ya que está supone para el paciente un objetivo primordial de recuperación, por encima incluso de la recuperación del habla o del miembro torácico, ya que la marcha constituye un importante elemento de independencia tanto para el paciente como para su entorno familiar.<sup>4, 6</sup>

En la actualidad existen diversos métodos que se emplean para favorecer el reentrenamiento de la marcha de paciente con secuelas de EVC, dentro de los cuales se encuentran, bandas sin fin así como los soportes parciales de peso, que permiten en un ambiente de seguridad, estabilidad y confort que el paciente reeduce su marcha, incluso en aquellos que no son considerados como ambulatorios, permitiendo la realización de ciclos completos de la misma controlando elementos que por los medios convencionales no son posibles, tales como la velocidad y funcionalidad.



Dentro de las modalidades terapéuticas en la rehabilitación de paciente con secuelas de EVC, la estimulación de tipo propioceptiva, tiene gran relevancia, debido a que se considera un potente estímulo para la actividad del huso muscular y la obtención de estimulación tanto de las vías y centros corticales, como de los mismos patrones espinales generadores de marcha.<sup>7, 8</sup>

La utilización de estímulos propioceptivos en la rehabilitación del paciente neurológico se remonta años atrás, existiendo diversas técnicas encaminadas a la modificación de factores tales como el tono muscular, la actividad muscular etc.; la vibración es un tipo de estimulación mecánica y propioceptiva recientemente empleada para generar efectos sobre la musculatura afectada en el paciente con secuelas de EVC, ya que esta se considera el estímulo más potente para la activación del huso muscular.<sup>9</sup>

De las distintas modalidades de propiocepción encontramos a una variante inocua que ha mostrado resultados favorables durante su aplicación sobre músculos tanto sanos como espásticos<sup>10,11</sup> nos referimos a la vibración, la cual en los últimos años ha tenido gran relevancia en la aplicación deportiva y el fitness, así como en diversas condiciones medicas neurológicas tales como el EVC<sup>12</sup> y la enfermedad de Parkinson.<sup>10</sup>

Los diversos estudios sobre vibración y sus efectos sobre la musculatura, tanto en condiciones estáticas como dinámicas (marcha) permiten que ahora esta investigación tenga como objetivo estudiar los efectos de dicha estimulación en un programa de reeducación de marcha de pacientes con secuelas de EVC., aplicándola en músculos específicos de la extremidad inferior parética en un numero predeterminado de sesiones terapéuticas, con el fin de investigar cambios en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha, evaluando los efectos de la vibración en un seguimiento a 3 meses, para identificar si estos efectos perduran más allá del momento de su aplicación y se mantienen por al menos 3 meses de finalizado el programa rehabilitatorio. El objetivo de nuestro estudio fue el de aplicar estimulación vibratoria y un programa de reeducación de marcha en pacientes hemiparéticos con secuelas de EVC crónico, midiendo sus efectos en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha, y si estos efectos perduraban a 3 meses de haber concluido del programa de rehabilitación.

Se realizó un estudio con seguimiento a 24 pacientes con secuelas por EVC, a los cuales se les sometió a un programa de reeducación de marcha y estimulación vibratoria de 10 sesiones en el Centro Nacional Modelo de Atención, Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Laboral Iztapalapa con el fin de evaluar los efectos en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha.

## II. ANTECEDENTES

La marcha representa una actividad de extrema complejidad y muy antigua, se remonta su proceso a más de 3 millones de años atrás, y representa un movimiento natural del cuerpo para moverlo de un punto a otro, es la forma más convencional de trasladarse a distancias cortas<sup>13</sup>. La marcha utiliza una secuencia repetida de movimiento de las extremidades inferiores y la parte baja del cuerpo, simultáneamente con una manutención de estabilidad y equilibrio, por lo que la marcha per se, se puede definir como la secuencia de movimientos coordinados y sistematizados de las extremidades inferiores que permiten al organismo moverlo de un punto a otro como unidad, con pérdida y recuperación constante y dinámica del equilibrio y con gastos energéticos reducidos.<sup>14</sup>

La marcha es un mecanismo complejo que requiere de un control cortical y por tanto debe aprenderse. El ciclo de la marcha es un movimiento periódico que inicia en el momento en que uno de los pies hace contacto con la superficie y culmina hasta que el mismo pie vuelve a tomar contacto con el suelo, quedando dentro de su contexto todos los fenómenos sucedidos dentro de ese tiempo, una zancada comprende los sucesos entre el contacto de 1 pie a la superficie al contacto del otro pie con la superficie.<sup>14</sup>

La marcha se divide para su estudio en fases<sup>13</sup>, la fase de apoyo cuando el pie contacta con el suelo y la fase de oscilación, cuando este se encuentra en el aire<sup>14</sup>; y cada una a su vez se divide en sub fases de la siguiente manera:

(Fase de apoyo o contacto (que constituye el 62% del ciclo de la marcha))

- Contacto inicial
- Choque de talón y descarga de peso
- Estancia en apoyo plantar
- Propulsión
- Despegue de talón
- Despegue de los dedos

Fase de Balanceo (que constituye el 38% del ciclo de la marcha)

- Balanceo inicial
- Balanceo tardío
- Doble y simple soporte podal

El contacto inicial tiene como objetivo la adaptación al terreno, la absorción del impacto y la progresión del ciclo de marcha, por si solo representa el 10% del ciclo de marcha y comprende la flexión de la cadera, la extensión de rodilla, tobillo a la neutralidad (90°) y supinación, la actividad muscular está determinada por el extensor largo cuya desaceleración involucra la flexión plantar la desaceleración del tibial posterior involucra la pronación y la desaceleración de los gastrocnemios involucra a pronación.<sup>13</sup>

En la etapa de estancia plantar el objetivo es la progresión estacionaria del pie y la estabilidad del tronco con relaciona a las extremidades, representa el 30% del ciclo de la marcha, la cadera y rodilla comienzan a extenderse, el punto de pronación sub talar comienza a cesar y la actividad muscular está regida por el tibial posterior y el soleo que comienzan la supinación, el peronéo largo estabiliza el primer rayo y el tríceps sural establece el punto de planti flexión en tobillo.<sup>13</sup>

En la etapa de propulsión tiene como objetivo llevar al pie a la progresión del ciclo, representa del 30 al 60% de la marcha, la rodilla se flexiona, se plantiflexiona tobillo y el punto sub talar rápidamente supina, la actividad muscular implica la acción del soleo y tibial posterior, el peronéo largo lateral estabiliza el primer rayo y se estabiliza y dorsiflexiona el hallux.<sup>13</sup>

En la etapa de balanceo el objetivo es la progresión, con el 60 al 100% del ciclo de la marcha, en ella la cadera continua flexionando, la rodilla extiende a partir de la flexión, el tobillo dorsiflexiona, la actividad muscular está determinada por el extensor largo y tibial anterior.<sup>13</sup>

Durante la marcha, el movimiento que realiza el centro de gravedad sigue un trayecto sinuoso oscilando en forma lateral 2.5 cm por lado y hasta 5 mm en forma vertical, los cual condiciona modificaciones energéticas encaminadas a la mantención del equilibrio.<sup>14</sup>

Para el análisis de la marcha existen mecanismos específicos identificados para la mantención de dicho equilibrio y son llamadas en su conjunto determinantes de la marcha<sup>14</sup>, las cuales son las siguientes:

- Disociación de cinturas
- Lateralización
- Basculación pélvica.
- Rotación pélvica
- Inclinación pélvica
- Nutación y contra nutación.
- Relación de segmentos:
- Flexión de la rodilla durante la fase de apoyo

De igual manera para el análisis de la marcha se identifican elementos cuantitativos conocidos como constantes de la marcha<sup>14</sup> y son:

- Centro de Gravedad
- Angulo de proyección
- Velocidad
- Longitud de paso
- Longitud de Zancada.
- Base de sustentación
- Gasto energético

Se conoce que la marcha comprende un proceso complejo de control por parte del sistema nervioso central, sin embargo en la actualidad se reconoce que existe durante la realización de la locomoción un elemento de control automatizado de la marcha, el cual se encuentra a nivel de la médula espinal; este sistema ha sido nombrado **como patrones generadores centrales de la marcha, (CPGs)** término utilizado para denominar a áreas específicas espinales implicadas en la formación de ritmicidad y actividad muscular durante la locomoción aún en ausencia de un control o retro alimentación supraespinal., de manera normal estos patrones son modulados por estímulos periféricos y supraespinales, y actúan de manera coordinada y alternante, el cual un patrón genera actividad agonista específica y al mismo tiempo otro patrón genera actividad antagonista para lograr ese efecto sinérgico normal.<sup>15</sup> Teniendo una relevante importancia en las modificaciones de la marcha tales como el paso de una marcha normal a cambios de velocidad con marcha más rápida, cambios de dirección súbitos de la marcha etc. cada red genera múltiples señales a cada unidad motriz, que directamente controla las actividades musculares de una extremidad. Una unidad controla a los músculos flexores de una extremidad, y otra unidad a los músculos extensores. Entre ambas unidades existe una regulación recíproca mediada por sinapsis inhibitorias.<sup>15,16</sup>

La información aferente se obtiene mediante la estimulación de los receptores cutáneos, de receptores propioceptivos, visuales, auditivos y vestibulares, todas estas señales van directamente a corteza cerebral y médula espinal.; estos receptores cutáneos están implícitos en la regulación de las fases de la marcha ya que determinan la adaptación del individuo a las condiciones del terreno donde se efectúa la marcha y con ello regular sus características, inicio y duración.<sup>7</sup>

Por lo tanto, la marcha se genera en áreas específicas llamadas CPGs, que actúan bajo un efecto autónomo que se complementa con fenómenos sensorio perceptivos del entorno y un control central, implicando la combinación de procesos volitivos e involuntarios, en los cuales la alteración de alguno de ellos se involucra invariablemente en alteraciones generales de la locomoción.<sup>15,16,17</sup>

Actualmente el evento vascular cerebral se encuentra dentro de las primeras tres causas de mortalidad mundial y en relación a la discapacidad que sus secuelas con lleva, supone la primera causa.<sup>1,2</sup>

Se estima que más de la mitad de los pacientes que logran sobrevivir a un evento vascular cerebral, presentarán determinados grados de alteración en la marcha, requiriendo algún nivel de rehabilitación para la misma.<sup>1,2,3</sup> Estudios recientes reportan que dependiendo de las estrategias adoptadas para el entrenamiento de la marcha en pacientes neurológicamente afectados significan la influencia directa para la recuperación en la locomoción misma.<sup>5</sup>

La recuperación en la de la marcha del paciente con EVC inicia dentro de las primeras 11 semanas después del evento en el 95% de los pacientes, pero la recuperación en la funcionalidad de la marcha se verá reflejada hasta los 6 meses posteriores al evento vascular.<sup>5</sup>

La marcha del paciente hemiparético representa un mayor gasto energético debido al tono incrementado y las sinergias del segmento afectado, generando consigo alteraciones posturales, de coordinación y apoyo.<sup>19,20</sup>

La marcha hemiparética se caracteriza por que la extremidad inferior afectada mantiene una extensión sostenida de rodilla durante ciclos completos de la marcha generando que las fases, determinantes y constantes se modifiquen, ocasionando una marcha más lenta, inestable y con cambios biomecánicos que buscan la compensación de la misma.<sup>21</sup>

La rehabilitación del paciente se inicia desde la etapa aguda, pero la rehabilitación de la marcha del mismo comienza de acuerdo a las condiciones del paciente en la etapa sub aguda y crónica, convirtiéndose en un aspecto importante para la independencia del paciente,<sup>4,6</sup> diversos autores establecen que el inicio de la recuperación de la locomoción en el paciente hemiparético se da entre las primeras 11 semanas posteriores al evento vascular cerebral hasta en un 95% de los pacientes y que los resultados favorables en la recuperación funcional de la misma se logran hasta antes de 6 meses posteriores al evento.<sup>5</sup>

Debido a ello, dentro de los programas de rehabilitación del paciente con EVC, incluyen de manera importante la rehabilitación en la locomoción, ya que esta supone para el paciente un objetivo primordial de recuperación, por encima incluso de la recuperación del habla o del miembro torácico, ya que la marcha constituye un importante elemento de independencia tanto para el paciente como para su entorno familiar.<sup>4,6</sup>

Cuando se establece un programa de rehabilitación de la marcha en el paciente hemiparético, se deben tomar en cuenta diversas consideraciones antes de iniciarla, el paciente debe de tener desde luego establecida plenamente la bipedestación y se debe de otorgar un entrenamiento en marcha de forma segura y confiable, para el paciente hemiparético, la marcha condiciona un gasto energético

incrementado en forma importante por lo que su entrenamiento estará encaminado a disminuir tal gasto de energía y favorecer que su velocidad de marcha, dentro de sus límites sea más rápida e independiente.

Anteriormente en la rehabilitación del paciente hemiparético se enfocaba en la disminución de la espasticidad y mediante ello lograr avances en la recuperación del paciente sin embargo en la actualidad, el manejo rehabilitatorio también incluye estrategias encaminadas a favorecer la neuro plasticidad y reorganización cerebral.

Un ejemplo de este tipo de estrategias es la estimulación vibratoria, estímulo mecánico oscilatorio que a una frecuencia estándar establecida se considera en su género el elemento propioceptivo de mayor potencia para la activación muscular<sup>24,25</sup> actuando a través de las fibras Ia y Ib, estimulando así los CPGs medulares y a la corteza cerebral para integrar la respuesta efectora muscular;<sup>7,8,15,16,24</sup> la frecuencia a la cual los autores se refieren en un rango de seguridad y efecto es la superior a los 20Hz y no mayor a los 100 Hz, estos datos fueron obtenidos al estudiar a la vibración, dichos estudios fueron inicialmente sustentados en el fitness y en el aspecto del deportista de alto rendimiento, con el fin de mejorar el performance muscular durante la actividad física, demostrando efectos en la potencia y fuerza muscular, en la estabilidad y balance postural<sup>16</sup>, en la velocidad de contracción y en las mejoras de la marcha, los cuales en muchos casos se sustentaron con el apoyo de la EMG.<sup>17</sup>

Por lo anterior, esta investigación busca demostrar si la reeducación de la marcha y estimulación vibratoria ofrecen cambios en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha del paciente con secuelas de EVC y si estos efectos perduran a 3 meses posteriores a la aplicación de las mismas.

### III. JUSTIFICACIÓN

La Enfermedad Vascul ar Cerebral se ubica dentro de las 3 primeras causas de muerte en la población y como una de las enfermedades cuyas secuelas demandan al paciente que la padece altos grados de discapacidad.<sup>1,2</sup>

Se estima que más del 50% de los pacientes que logran sobrevivir a un evento vascular cerebral<sup>3</sup>, presentaran determinados grados de alteración en la marcha, los cuales son secundarios al incremento de tono muscular, al fenómeno sinérgico extensor y a las alteraciones posturales que esto condiciona, generando en el paciente una marcha dificultosa, lenta e inestable, que le demanda mayores requerimientos; necesitando por tanto, algún nivel de rehabilitación para la misma.

Dentro de los programas de rehabilitación del paciente con EVC se encuentran manejos convencionales de la reeducación de la marcha en distintas modalidades y manejo rehabilitatorio mediante la estimulación propioceptiva; algunos estudios recientes reportan modificaciones en algunas características de la marcha tras estimulación propioceptiva a través de vibración.<sup>7,10,12</sup>

La estimulación vibratoria está considerada como una modalidad de propiocepción la cual favorece la remodelación cortical somato sensorial, plasticidad cerebral y estimulación al huso muscular.<sup>7,8,15,16,24</sup>

Se ha reportado que aplicaciones de vibración a 26 Hz por 10 minutos genera incremento de la fuerza muscular en pacientes sanos<sup>26</sup>, se reporta que la vibración a frecuencia desde 80 Hz estimula a los corpúsculos de Paccini<sup>26</sup>, de igual manera la estimulación vibratoria al músculo o a sus tendones, genera un efecto propioceptivo, que induce una orientación espacial y de inclinación del segmento estimulado. En la marcha de personas sanas, la aplicación de vibración en músculos de las extremidades inferiores, genera patrones involuntarios de ritmicidad de paso y orientación espacial y de inclinación de la extremidad estimulada, generando una activación indirecta de los patrones generadores de marcha espinal.<sup>11</sup>

La estimulación vibratoria es una modalidad de propiocepción, que es sumamente sencilla su aplicación, fácil de combinar concomitantemente a otras alternativas terapéuticas (como lo es la reeducación de la marcha), es aplicable a un costo económico muy bajo, es inocua para el paciente y sus efectos comienzan a sustentarse científicamente, considerándola el estímulo más potente de activación para el huso muscular.<sup>11,12,15</sup> Por lo tanto consideramos en esta investigación, utilizar exclusivamente a la vibración en un programa convencional de reeducación de la marcha, además de contemplar una evaluación de seguimiento con el fin de determinar si los efectos de la vibración son perdurables más allá del tiempo de un programa de sesiones de tratamiento considerando como tiempo de seguimiento 3 meses; y si la vibración por si sola genera modificaciones en la marcha del paciente con EVC.

#### IV. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

##### **Objetivo General:**

Demostrar si la reeducación de la marcha y estimulación vibratoria ofrecen cambios en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha del paciente con secuelas de EVC y si estos efectos perduran a 3 meses posteriores a la aplicación de las mismas.

##### **Objetivos Específicos:**

1. Describir las características demográficas de la población participante (edad, género, tipo de EVC, tiempo de evolución, hemicuerpo afectado, patología asociada, sesiones de tratamiento).
2. Determinar la relación de las características de la población participante con el género.
3. Analizar la edad en correlación con la funcionalidad de la extremidad inferior parética y con la funcionalidad y velocidad de la marcha.
4. Indicar las modificaciones en la **funcionalidad de la extremidad inferior parética** al finalizar el programa de rehabilitación y en las evaluaciones de seguimiento, mediante la evaluación del Índice Motor.
5. Identificar los cambios en la **velocidad de la marcha** posterior al programa de rehabilitación y en las evaluaciones de seguimiento mediante la Prueba de Marcha Cronometrada.
6. Determinar los cambios en **la funcionalidad de la marcha** posteriores al programa de rehabilitación y en evaluaciones de seguimiento mediante la evaluación de Fugl Meyer.



## V. MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño de estudio es de tipo descriptivo, comparativo, longitudinal y prospectivo, el cual fue llevado a cabo en el Centro Nacional Modelo de Atención, Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Laboral Iztapalapa del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia en la ciudad de México en el periodo comprendido del 01 junio al 30 de septiembre del 2009. El universo de trabajo lo conformaron pacientes de entre 40 y 75 años con secuelas de EVC que acudieron al CNMAICRIL Iztapalapa.

Para los criterios de selección se incluyó en el estudio a pacientes con Hemiparesia secundaria a EVC que logran deambulación, con índice motor de 19 o más para el miembro inferior parético y que desearan participar. Se excluyeron a los pacientes que cursaran con patología metabólica no controlada y con enfermedades del sistema nervioso central que interfirieran con el programa de entrenamiento y se consideró eliminar a aquellos que no cumplieran con al menos el 80% de asistencia a las sesiones del programa de rehabilitación.

Se realizó una reunión informativa con los médicos adscritos de consulta externa para enterarlos de las características de la investigación con el fin de que los pacientes de primera vez y subsecuentes con diagnóstico de secuelas de EVC fueran referidos al investigador y se solicitó autorización a la jefatura de consulta externa para revisar las bitácoras de archivo para detectar pacientes subsecuentes y contactarlos para ser invitados a participar en la investigación.

La captación de pacientes se llevo a cabo durante el periodo de mayo y junio del 2009 inicialmente vía telefónica y posteriormente se realizó una reunión con los posibles candidatos a participar, en la cual se les explicó de manera sencilla las características de la investigación.

Se realizó una evaluación inicial a los posibles candidatos que cumplieran con los criterios de selección, recabando los datos obtenidos en la hoja de captación de datos (anexo1). Una vez que se contó con los participantes, se les realizó una evaluación previa al inicio del programa de entrenamiento, la cual constó de valoración de la velocidad de la marcha mediante la marcha cronometrada (anexo 3), valoración de la funcionalidad de la extremidad inferior parética y de la marcha, mediante el Índice Motor (anexo 2) y Escala de Fugl Meyer (anexo 4) respectivamente, los datos obtenidos se incluyeron en la hoja de captación de datos (anexo 1).

Los pacientes fueron citados a 10 sesiones diarias de entrenamiento de reeducación de marcha con estimulación vibratoria con una duración de 30 minutos cada una en el área de terapia física del CNMAICRIL Iztapalapa y estas fueron aplicadas por el investigador.

Se utilizó para la investigación unas barras paralelas de altura graduable, vibradores portátiles homedic de 90 Hz y pre tape.

Cada sesión de entrenamiento se realizó de la siguiente manera: se le colocó al paciente mediante el pre tape un vibrador en la cara posterior del muslo (músculos isquiotibiales) y en la cara anterior de la pierna (músculo tibial anterior), se situó al paciente en las barras paralelas y con el paciente de pie se aplicó el estímulo vibratorio, (el cual se mantuvo constante durante los 30 minutos que duró la sesión) simultáneamente con un programa convencional de reeducación de marcha.

Al final del programa se realizó una evaluación final que consistió de la valoración de velocidad de la marcha así como de la funcionalidad de la extremidad inferior parética y de la marcha mediante la marcha cronometrada, índice motor y Fugl Meyer respectivamente. Esta misma evaluación se realizó como seguimiento a los 3 meses de haber concluido el programa de entrenamiento. En ambos casos los datos fueron registrados en la hoja de captación de datos.

Las instalaciones fueron proporcionadas por el CNMAICRIL Iztapalapa y los insumos (vibradores, pre tape, cámara fotográfica y de video) fueron adquiridos por el investigador.

El costo de las sesiones de entrenamiento fueron cubiertas por el paciente conforme a la normatividad establecida por el CNMAICRIL Iztapalapa y de acuerdo a la clasificación de cuotas para cada paciente.

Con respecto a las consideraciones éticas aplicables al estudio La investigación se realizó bajo lo acordado en la 18ª Asamblea Médica Mundial en Helsinki Finlandia de 1964 y enmendada por la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia del año 2000 Washington en el 2002 y Tokio 2004.

De acuerdo con el artículo 17, del reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, Título Segundo de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos, Capítulo I, se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este reglamento, el presente estudio se considera como: de riesgo mínimo: que corresponde a estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamientos rutinarios.

Con respecto al artículo 18 se determina que el investigador principal suspenderá la investigación de inmediato, al advertir algún riesgo o daño a la salud del sujeto de estudio en quien se realiza la investigación. Así mismo, será suspendida de inmediato cuando el sujeto de investigación así lo manifieste.

Conforme a lo citado en los artículos 20, 21 y 22 se establece el consentimiento informado por medio del cual habrá de entenderse el acuerdo por escrito, en el que el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal, autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos y riesgos a los que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna, cumpliendo con las especificaciones solicitadas en los mismos.

Se realizó estadística descriptiva determinando frecuencias absolutas, relativas y tablas de contingencia, se utilizó media y desviación estándar para las variables cuantitativas y para las variables cualitativas se utilizó mediana y percentil 25 y 75.

Posteriormente se realizó análisis inferencial utilizando la prueba T de Student y Wilcoxon para muestras relacionadas, para el análisis de comparación de antes y después a través de software estadístico SPSS.

## VI. RESULTADOS

Se captaron 33 pacientes que cumplieron con los criterios de selección, 24 decidieron participar en la investigación, 22 de ellos recibieron el 100% de las sesiones de tratamiento, 2 pacientes cumplieron el 80% de las sesiones de tratamiento, y fueron eliminados 9.

La distribución por género se muestra en la tabla 1, gráfico 1.

Se aprecia una frecuencia mayor para el género masculino con 66.7% de los casos.

Género	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	16	66.7
Femenino	8	33.3
Total	24	100.0

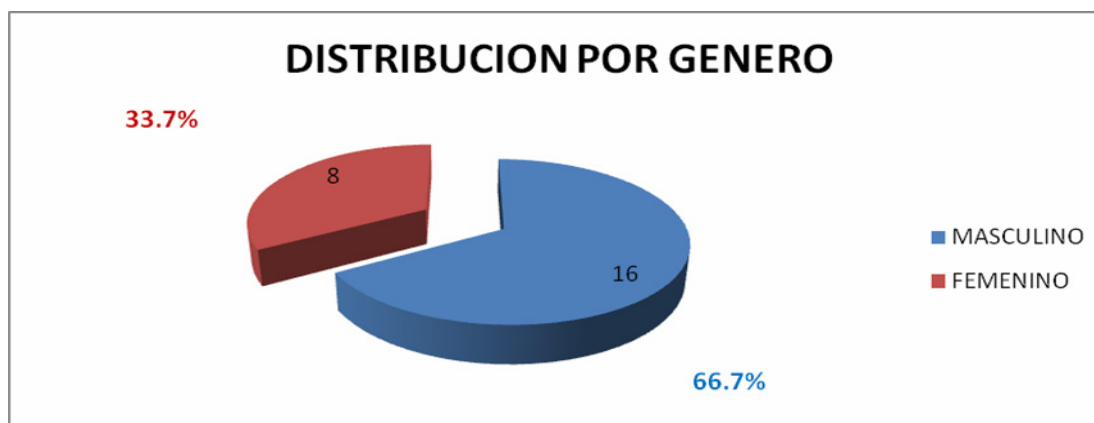


Gráfico 1

Fuente: Hoja de captación de datos

La tabla 2, resume las frecuencias absolutas, relativas y acumuladas con los diferentes grupos de edad. Ver grafica 2.

La frecuencia más elevada correspondió al grupo de edad de 61 a 70 años (42%) y de manera acumulada el 54% representa al grupo de la 3ra edad.

Grupo	Frecuencia	%	Acumulada	%
<50 <sup>a</sup>	4	17	4	17
51- 60 <sup>a</sup>	7	29	11	46
61 - 70 <sup>a</sup>	10	42	21	88
71 - 80 <sup>a</sup>	3	12	24	100

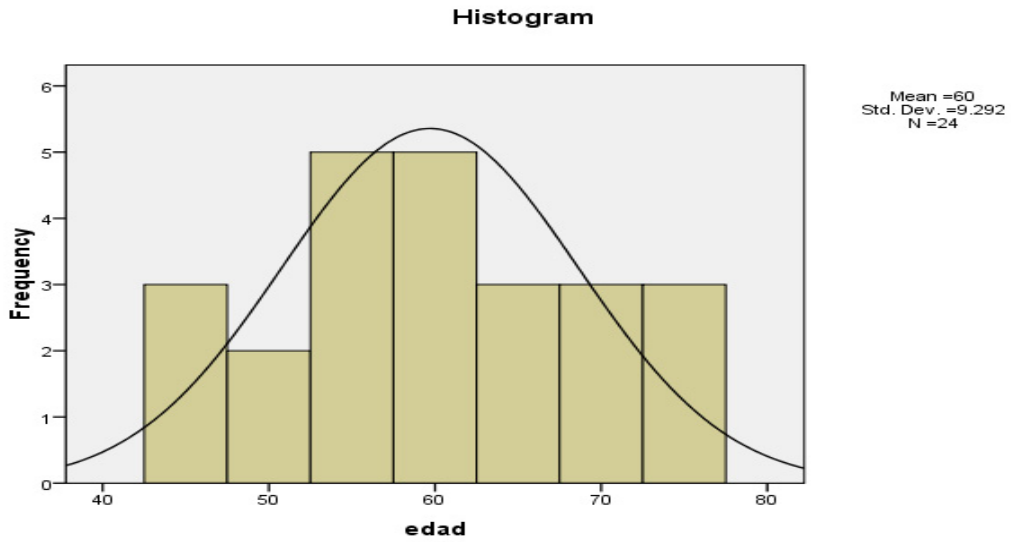


Gráfico 2

Fuente: Hoja de captación de datos

La frecuencia de evolución en meses del EVC, se presenta en la tabla 3, gráfico 3.

Se puede observar que la evolución de 12 meses (50%) fue la más frecuente y de manera acumulada el 79.2% correspondió a los menores de 12 meses.

Tabla 3. EVOLUCIÓN DEL EVC

MESES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
6	7	29,2	29,2
12	12	50,0	79,2
24	5	20,8	100,0
Total	24	100,0	

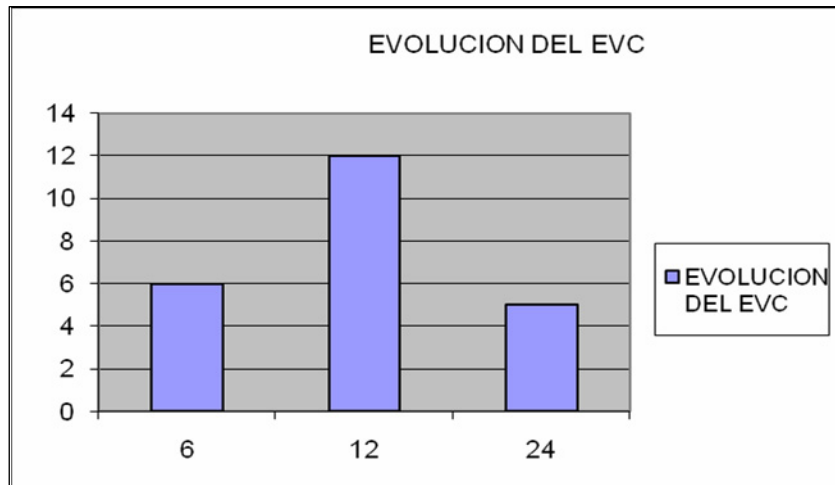


Gráfico 3

Fuente: Hoja de captación de datos

EL tipo de EVC, se presenta en la tabla 4, gráfico 4.

Se puede observar que el tipo de EVC isquémico ocupó el 91.7% de los casos.

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Isquémico	22	91.7
Hemorrágico	2	8.3
Total	24	100.0

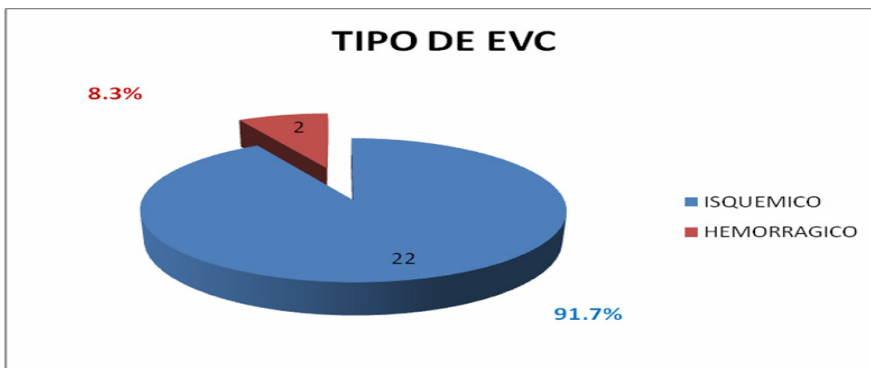


Gráfico 4

Fuente: Hoja de captación de datos

Así mismo respecto al hemicuerpo afectado, las frecuencias se muestran en la tabla 5, gráfico 5

Se puede observar que el hemicuerpo izquierdo ocupó el 75% de los casos.

Hemicuerpo	Frecuencia	Porcentaje
Izquierdo	18	75.0
Derecho	6	25.0
Total	24	100.0

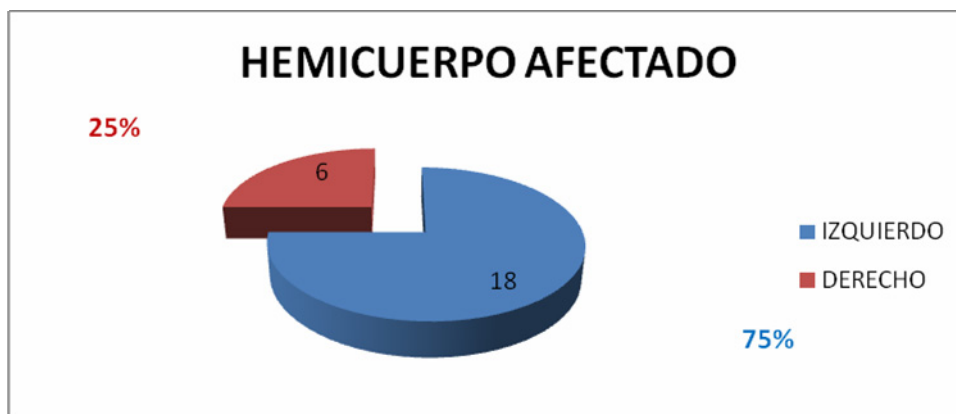


Gráfico 5

Fuente: Hoja de captación de datos

Respecto a las enfermedades asociadas con el EVC la tabla 6, gráfico 6 y gráfico 7 muestran las

relacionadas con la Diabetes Mellitus y la Hipertensión Arterial. La cifra más alta relacionada con las enfermedades asociadas correspondió a la Hipertensión Arterial (87.5%) de los casos.

Tabla 6. Enfermedades Asociadas					
Diabetes	Frecuencia	Porcentaje	HAS	Frecuencia	Porcentaje
Si	13	54.2	si	21	87.5
No	11	45.8	no	3	12.5
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>24</b>		<b>24</b>	<b>100.0</b>

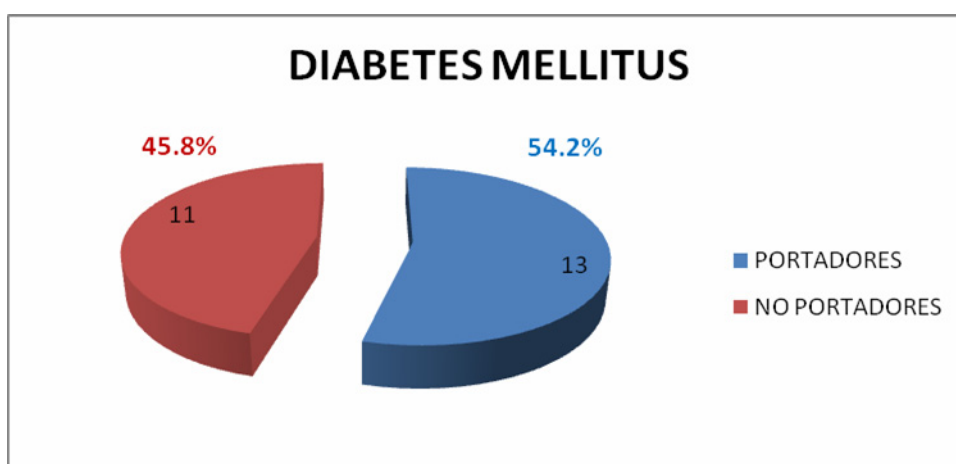


Gráfico 6

Fuente: Hoja de captación de datos

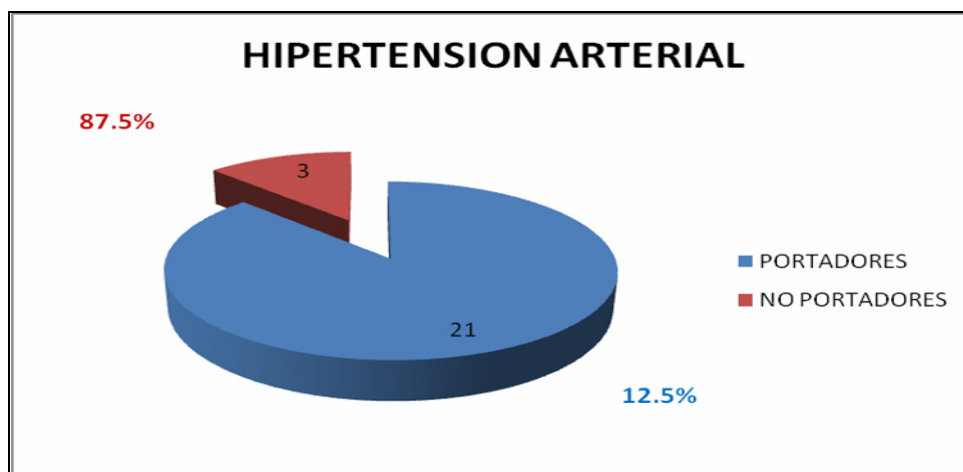


Gráfico 7

Fuente: Hoja de captación de datos

La asistencia a las sesiones se muestra en el gráfico 8. La asistencia a las sesiones alcanzó un 100% en

el 91.6% de los casos.



Gráfico 8

Fuente: Hoja de captación de datos

La tabla 7, gráfica 9. Muestra la relación de sexo y tipo de EVC.

Los resultados muestran la incidencia más alta para el sexo masculino en relación con el tipo isquémico con un 87.5% de los casos.

Tabla 7. RELACIÓN GÉNERO Y TIPO DE EVC

TIPO EVC	MASC	%	FEM	%
Isquémico	14	87,5	8	100
Hemorrágico	2	12,5	0	0

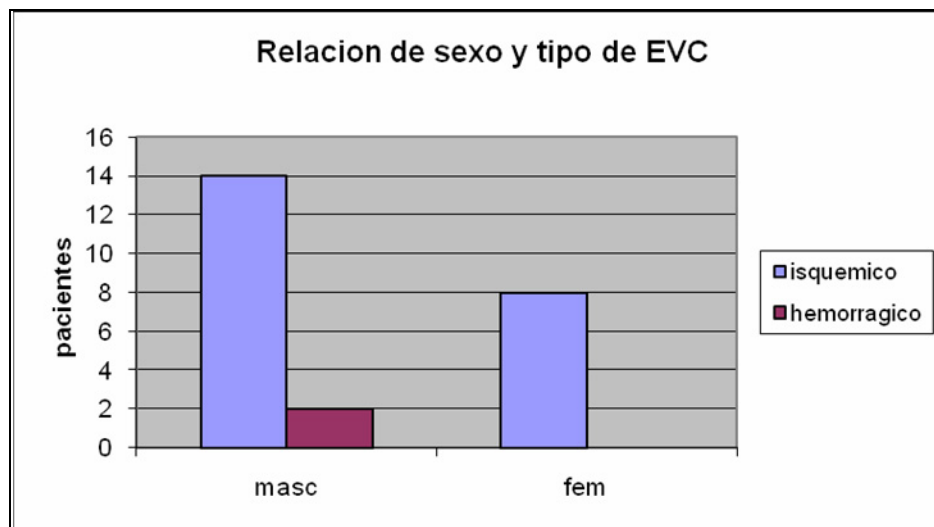


Gráfico 9

Fuente: Hoja de captación de datos



Con respecto a la relación de género y evolución los resultados se muestran en la tabla 8, gráfico 10.

Apreciándose la frecuencia mayor para el sexo masculino con 12 meses.

**Tabla 8. RELACIÓN GÉNERO Y EVOLUCIÓN DEL EVC**

Evolución (meses)	MASC	%	FEM	%
4	1	6,3	0	0
6	2	12,5	4	50
12	10	62,5	2	25
24	3	18,8	2	25

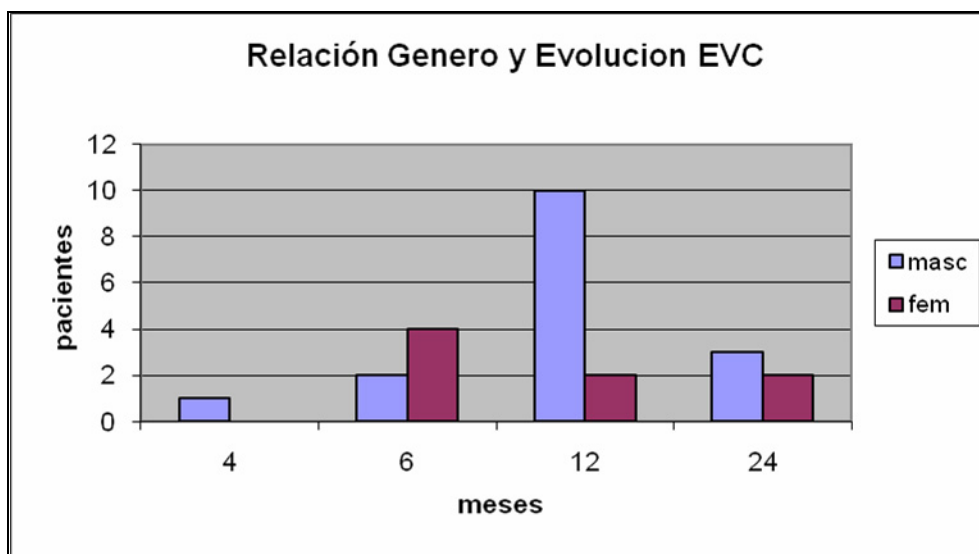


Gráfico 10

Fuente: Hoja de captación de datos

La tabla 9, gráfico 11. Muestran la relación de género y hemicuerpo afectado.

Los resultados muestran una frecuencia mayor en ambos sexos para el hemicuerpo izquierdo, es decir el lado no dominante.

**Tabla 9. RELACIÓN GÉNERO Y HEMICUERPO AFECTADO**

	MASC	%	FEM	%
Izquierdo	11	68,8%	7	87,5%
Derecho	5	31,3%	1	12,5%

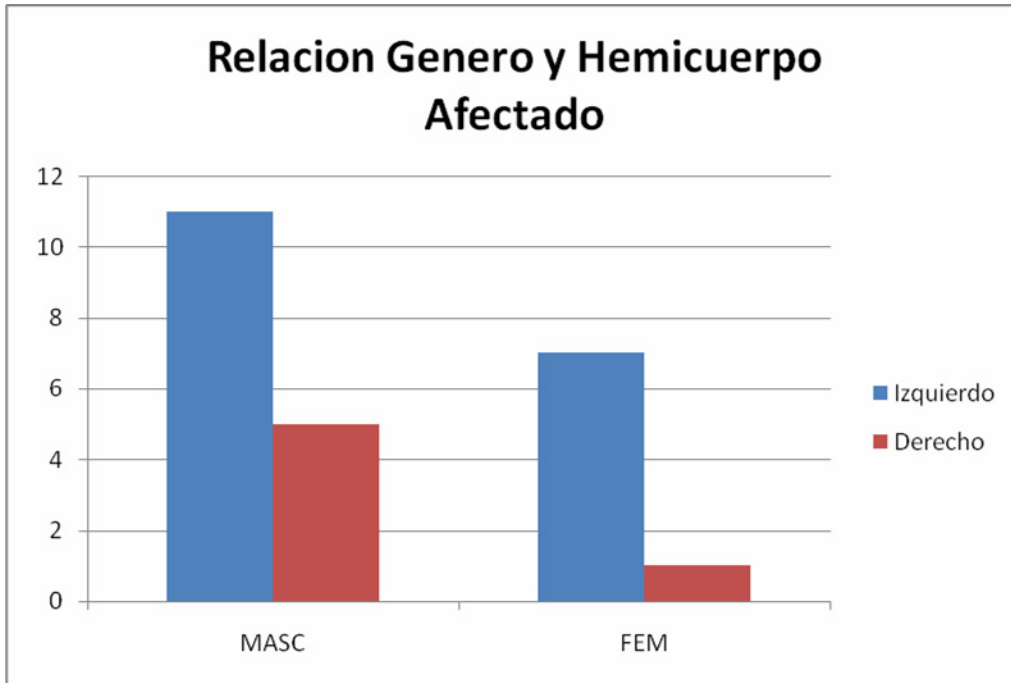


Gráfico 11

Fuente: Hoja de captación de datos

La correlación con edad con velocidad de la marcha, índice motor y con funcionalidad de la marcha se muestran en los gráficos 12, 13 14 respectivamente.

Respecto a la edad en relación con los efectos en la variable dependiente se observa que existe una correlación directamente proporcional media con la velocidad y el índice motor de (grafico 12y 13) y una correlación pobre para la de funcionalidad de la marcha. (Gráfico 14).

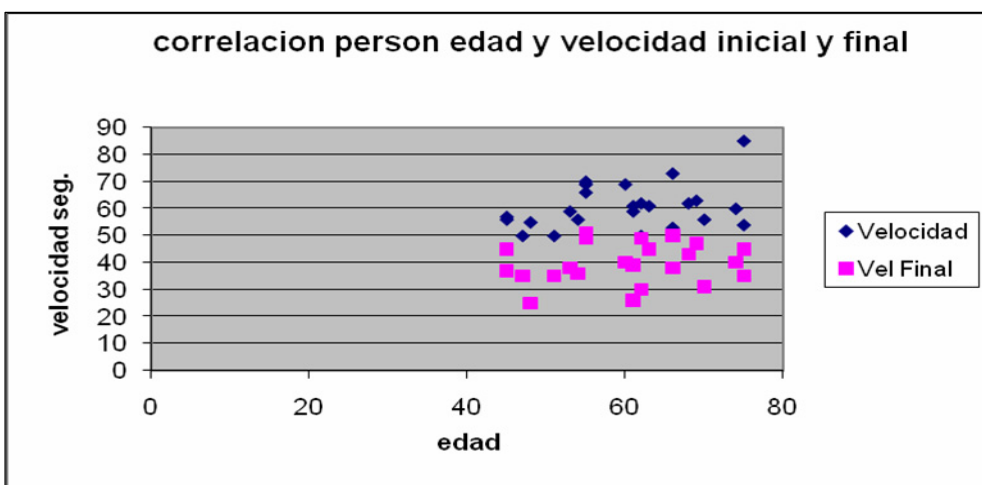


Gráfico 12

Fuente: Hoja de captación de datos

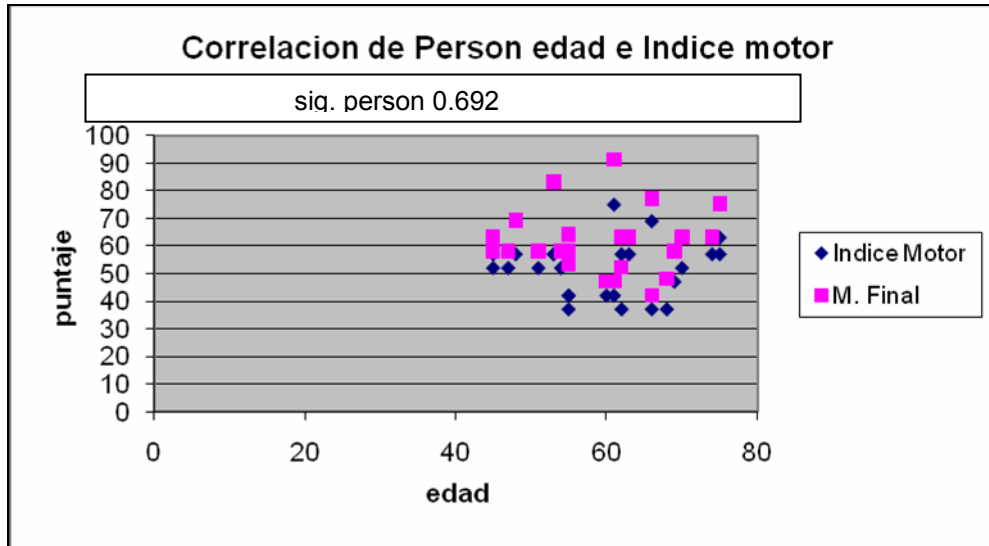


Gráfico 13

Fuente: Hoja de captación de datos

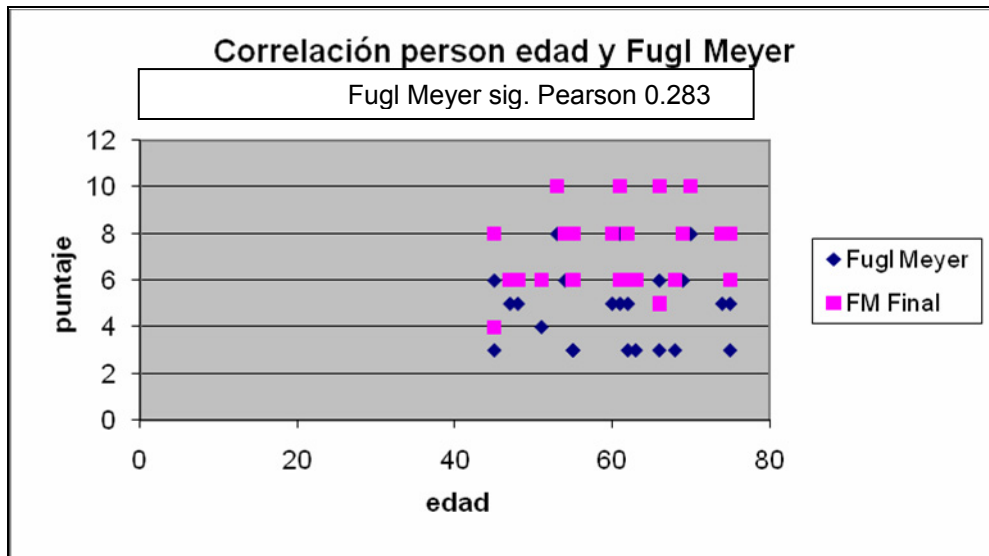


Gráfico 14

Fuente: Hoja de captación de datos

En la tabla 14, gráfico 15 se muestra la velocidad inicial y final de la marcha.

Se puede apreciar que existió una disminución en el tiempo en que se realiza la marcha (aumento de velocidad), con una diferencia de 21 seg. menor que la inicial en promedio, con una significación estadística de  $< .0001$  con la Prueba t.

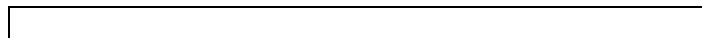


Tabla 14. Velocidad de la marcha (seg.)	
Velocidad inicial	60.67± 8.2
Velocidad Final	39.96± 7.5
	Prueba t sig<. .001

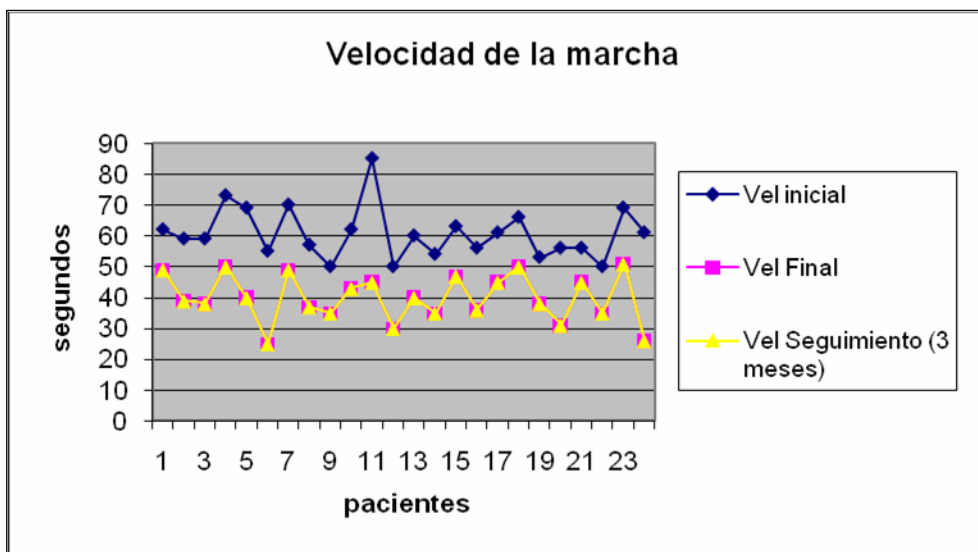


Gráfico 15

Fuente: Hoja de captación de datos

En la tabla 15, gráfico 16 se muestra el índice motor inicial y final de la marcha.

Se observa que existió un aumento en el índice motor, con una diferencia de 8 puntos mayor que el inicial en promedio, con una significación estadística de < .0001 con la prueba Wilcoxon.

Tabla 15	Índice Motor puntaje (n=24)	
Índice motor inicial	52*	p25=42 y p75=57
Índice motor final	60*	p25=54.2 y p75=67.7
		prueba Wilcoxon sig<. .0001
* nota: se reporta mediana en virtud de ser una variable ordinal		

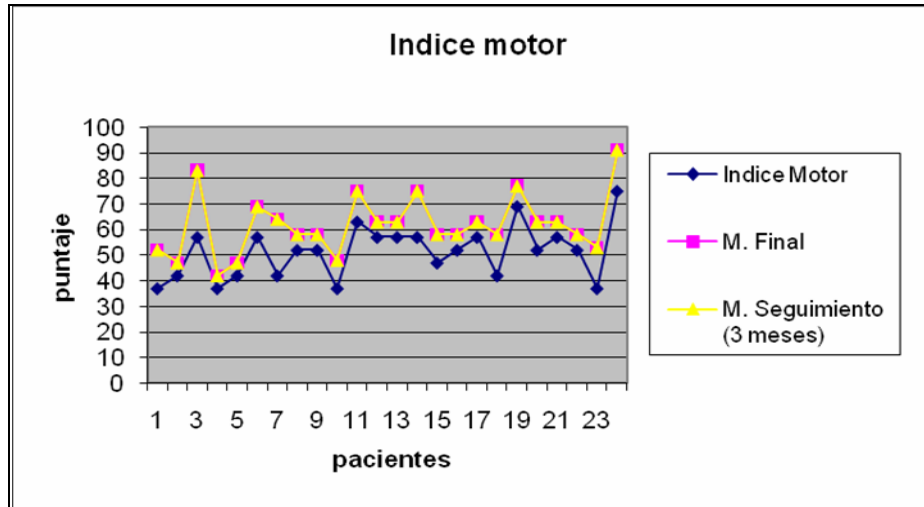


Gráfico 16

Fuente: Hoja de captación de datos

En la tabla 16, gráfico 17 muestra la funcionalidad de la marcha inicial y final.

Se puede observar que existió un aumento en la funcionalidad de la marcha, con una diferencia de 3 puntos mayor que el inicial en promedio, con una significación estadística de  $< .0001$  con la prueba Wilcoxon.

Tabla 16	Fugl Meyer (n=24)	
Fugl Meyer Inicial	5*	p25=3 y p75=6
Fugl Meyer Final	8*	p25=6 y p75= 8
		prueba Wilcoxon sig< .0001
* nota: se reporta mediana en virtud de ser una variable ordinal		

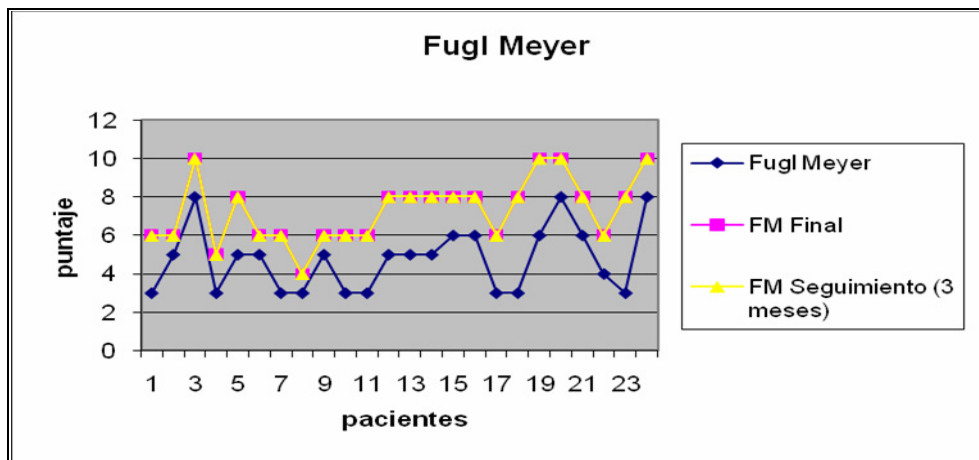


Gráfico 17

Fuente: Hoja de captación de datos

## VII. DISCUSIÓN

Más de la mitad de los paciente que logran sobrevivir a un evento vascular cerebral, presentarán determinados grados de alteración en la marcha, requiriendo algún nivel de rehabilitación para la misma.<sup>1,2,3</sup>

Ivanenko y cols. Identifican que la estimulación vibratoria en músculos específicos de las extremidades inferiores de pacientes sanos genera cambios en la fuerza muscular y en la velocidad de la marcha.<sup>11</sup>

La aplicación de vibración en músculos de las extremidades inferiores, genera patrones involuntarios de ritmicidad de paso, orientación espacial y de inclinación de la extremidad estimulada, generando una activación indirecta de los patrones generadores de marcha espinal.<sup>11</sup>

Kawahira y cols. siembran uno de los primeros antecedentes utilizando la estimulación vibratoria en el EVC; reportando mejoría en la velocidad y cadencia de la marcha tras unas la aplicación de la misma.<sup>9</sup>

Esta línea de investigación fue iniciada en el 2007 por el Dr. Israel Sánchez-Villavicencio en el INN-DIF en México<sup>12</sup>, siendo un estudio de tipo preliminar que ofreció resultados no concluyentes al aplicar estimulación vibratoria con soporte parcial de peso en 18 pacientes con secuelas de EVC, debido a que no se pudo establecer el efecto individual de la vibración por sí sola, ya que el soporte parcial fue un estímulo suficientemente potente para generar las mejorías obtenidas en dicho estudio.

La tabla 17 muestra las características del estudio de Sánchez y el presente.

Tabla 17. Comparación de estudios		
	<b>Sánchez I</b>	<b>Realizado</b>
Año de estudio	2007	2009
Tipo de estudio	Comparativo pre y post tratamiento entre 2 grupos (estudio y control)	Comparativo de antes y después con un grupo y tres muestras relacionadas (antes, al final y 3 meses después)
Tiempo de tratamiento	20 sesiones de 20 minutos cada una	10 sesiones de 30 minutos cada una
Número de pacientes	18	24
Edad promedio	54.33 años	60 años ± 9.3 años
Programa de tratamiento	Reeducación de marcha con estimulación vibratoria y soporte parcial de peso	Reeducación de marcha con estimulación vibratoria
Variables estudiadas	Velocidad de la marcha, índice motor, espasticidad y cadencia	Velocidad de marcha, índice motor y funcionalidad de la marcha

Los datos demográficos obtenidos en este estudio concuerdan con lo descrito en la literatura ya que en

esta muestra de estudio el género masculino fue el más frecuente, teniendo al tipo de EVC isquémico en el mayor número de los casos, afectando con mayor frecuencia al hemicuerpo no dominante, Lo que invita a realizar estudios considerando como criterio esta variable para compararla; además, de que en más de la mitad de los casos se encontraron factores de riesgo cardiovascular mayores. Consideramos que se tuvo un buen impacto sobre los pacientes en esta investigación, ya que de los 24 participantes finalizaron el programa de entrenamiento.

Los pacientes fueron evaluados en la velocidad de la marcha mediante la prueba de marcha cronometrada (al igual que en los estudios previos realizados por Kawahira<sup>9</sup> y Sánchez<sup>12</sup>), con lo que encontrando resultados con una significación estadística de  $< .0001$  con la Prueba t. ya que los pacientes mostraron con una diferencia de 21 seg. promedio menor que la inicial en la velocidad de su marcha.

Así mismo, en concordancia con lo obtenido por Sánchez, en cuanto a la funcionalidad de la extremidad inferior parética de los pacientes, esta fue evaluada mediante el Índice motor, el cual mostro una mejoría en 8 puntos promedio, que se tradujo en una mejoría en la potencia muscular, en la flexión de rodilla y extensión de tobillo con una significancia estadística de  $< .0001$  con la prueba Wilcoxon.

La funcionalidad de la marcha fue evaluada mediante la escala de Fugl Meyer, en este rubro, los pacientes mostraron un aumento en la misma, con una diferencia de 3 puntos mayor que el inicial en promedio, con una significación estadística de  $< .0001$  con la prueba Wilcoxon.

En las tres variables evaluadas, los efectos obtenidos se mantuvieron en todos los pacientes participantes a 3 meses de haber finalizado el programa de entrenamiento. Lo que propone realizar estudios con un seguimiento mayor.

## VIII. CONCLUSIONES

1. El género masculino en la muestra estudiada fue el más frecuente. excepto en el de 6 meses.
2. La edad en que se presentó con mayor incidencia el EVC, correspondió al de la 3ra edad y esta no fue un factor determinante en la evolución del EVC.
3. La asistencia al programa más frecuente correspondió a pacientes con EVC menores de 1 año de evolución.
4. El EVC tipo isquémico es el más frecuente con el 91.7% de los casos.
5. El EVC que afecta al hemisferio izquierdo es el más frecuente con el 75% de los casos. Es decir el no dominante.
6. Más del 50% de los casos presentaron como enfermedades asociadas la Hipertensión Arterial y la Diabetes Mellitus.
7. La asistencia al programa fue regular en la mayoría de los participantes
8. Existe aumento en la velocidad de la marcha con el programa de Estimulación vibratoria y Reeducción de la marcha en los pacientes participantes estadísticamente significativa  $p < 0.0001$  t Student
9. Existe aumento en el índice motor con el programa Estimulación vibratoria y Reeducción de la marcha en los pacientes participantes estadísticamente significativo  $p < 0.0001$  Wilcoxon.
10. Existe aumento en la funcionalidad de la marcha con el programa Estimulación vibratoria y Reeducción de la marcha en los pacientes participantes estadísticamente significativos  $p < 0.0001$  Wilcoxon.
11. Los cambios generados tras la aplicación de estimulación vibratoria perduraron a 3 meses posteriores a la finalización del programa de entrenamiento. Sin haber diferencias significativas comparada con la evaluación final inmediata.



**ANEXO 1**

**HOJA DE CAPTACIÓN DE DATOS**

<b>NOMBRE</b>					
<b>EDAD</b>		<b>NUM. EXP</b>		<b>FECHA</b>	/ /
<b>Diabetes</b>					
<b>Hipertensión</b>					
<b>Otras</b>					
<b>Otras</b>					

**GENERO:**

 M

 F

**TIEMPO DE EVOLUCIÓN DEL EVC**

Menor a 6 meses \_\_\_\_\_ Mayor de 6 meses \_\_\_\_\_

**HEMICUERPO AFECTADO:**

 DER

 IZQ

 A

 B

**GRUPO DE TRATAMIENTO:**

	<b>Inicial</b>	<b>Fin Tratamiento</b>	<b>1er mes</b>	<b>2do mes</b>	<b>3er mes</b>	<b>Final</b>
<b>Velocidad</b>						
<b>Índice Motor</b>						
<b>Fugl Meyer</b>						

<b>FECHA DE INICIO DEL TRATAMIENTO</b>	/ /
<b>FECHA DE FIN DE TRATAMIENTO</b>	/ /

## ANEXO 2

### VALORACIÓN ÍNDICE MOTOR DE MIEMBRO PÉLVICO

VALOR	DESCRIPCIÓN
0	Sin movimiento
9	Contracción palpable del músculo
14	Se aprecia movimiento, pero no el arco completo, ni contra gravedad
19	Movimiento, arco completo contra gravedad, sin resistencia
25	Movimiento contra resistencia pero más débil que en lado contra lateral
33	Fuerza normal

### **ANEXO 3**

#### **TIMED WALKING TEST**

VELOCIDAD EN DISTANCIAS CORTAS (\*ítem empleado en esta investigación)

5 m caminando

10 m caminando

20 m caminando (10 m y de regreso)

TEST DE RESISTENCIA

2, 6 o 12 minutos caminando

INSTRUCCIONES PARA EL TEST DE VELOCIDAD EN DISTANCIAS CORTAS

Se indica al paciente que camine en su propia velocidad, puede emplear cualquier ayuda necesaria, tiene que recorrer un trayecto lineal, si requiere dar vuelta se indicara previamente el sitio donde la realizara, los pacientes son cronometrados en base a la distancia especificada previamente. Los resultados serán reportados como el número de segundos requeridos, o como una velocidad (metros/segundo). Cualquier ayuda que requiera el paciente debe ser reportada

INSTRUCCIONES PARA EL TEST DE RESISTENCIA.

Se pide al paciente que camine a su propia velocidad, puede usar cualquier ayuda, se marca una distancia fija, habitualmente de 20 m, el paciente caminara siendo informados del tiempo transcurrido (2, 6 o 12 minutos), los pacientes pueden detenerse si sienten fatiga, seis minutos para la prueba es el mejor parámetro.

Se registrara la distancia total avanzada sin detenerse, también se registrara el numero de descansos durante la prueba, el tiempo transcurrido y la distancia entre ellas.

## ANEXO 4

### VALORACIÓN DE FUGL MEYER. PUNTUACIÓN TOTAL DE LA MARCHA (máx. 12).

El sujeto en pie camina por el pasillo, primero con su paso habitual, regresando con paso rápido pero seguro, usando sus ayudas habituales para la marcha, como bastón o andador.

#### a) Inicio de la marcha:

Cualquier duda o vacilación, o múltiples intentos para comenzar. 0.  
No esta vacilante. 1.

#### b) Longitud y altura del paso:

##### Balanceo del pie derecho:

No sobrepasa el pie izquierdo con el paso. 0.  
Sobrepasa el pie izquierdo con el paso. 1.  
El pie derecho no se levanta completamente del suelo al dar el paso. 0.  
Se levanta completamente del suelo. 1.

##### Balanceo del pie izquierdo:

No sobrepasa el pie derecho con el paso. 0.  
Sobrepasa el pie derecho con el paso. 1.  
El pie izquierdo no se levanta completamente del suelo al dar el paso. 0.  
Se levanta completamente del suelo. 1.

#### c) Simetría del paso:

La longitud del paso con el pie derecho y con el izquierdo es diferente. 0.  
Los pasos son de igual longitud. 1.

#### d) Continuidad de los pasos:

Se detiene o hay discontinuidad entre los pasos. 0.  
Los pasos son continuos. 1.

#### e) Trayectoria: (estimada en relación con los baldosines del suelo de 30cm de diámetro: se observa la desviación de un pie en 3m de recorrido).

Desviación marcada. 0.  
Desviación moderada o leve, o utiliza ayudas. 1.  
Recto si utilizar ayudas. 2.

#### f) Tronco:

Marcado balanceo o utiliza ayudas para caminar. 0.  
- no hay balanceo, pero hay flexión de las rodillas o espalda, o separa los brazos. 1.  
- no hay balanceo, no hay flexión, pero no utiliza los brazos ni usa ayudas. 2.

#### g) Postura de la marcha:

- talones separados. 0.  
- talones que casi se tocan mientras camina. 1.

**ANEXO 5**

**REGISTRO DE SIGNOS VITALES**

**Nombre del paciente:** \_\_\_\_\_

<b>Fecha</b>	<b>Inicio</b>			<b>Final</b>		
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>
	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>	<b>TA:</b>	<b>FC:</b>	<b>FR:</b>

**Dr. Isaías Martínez Flores**

**Médico Residente Medicina de Rehabilitación**

## **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Proyecto de ***Estudio comparativo de los efectos en la funcionalidad de la extremidad inferior parética y en la funcionalidad y velocidad de la marcha en pacientes con secuelas de EVC tratados con estimulación vibratoria y un programa de reeducación de la marcha.***

El cual se realizara del 1ro de junio del 2009 al mes de septiembre del 2009 con autorización y aval del Comité de Investigación y Bioética del C.N.M.A.I.C.R.I.L. Con Folio No. \_\_\_\_\_

### **ESTIMADO PACIENTE:**

A través de este medio me dirijo respetuosamente a Usted con el fin de informarle lo siguiente: Los pacientes que presentan un Evento Vascular Cerebral, frecuentemente presentan como secuelas una disminución en el movimiento de la mitad del cuerpo afectado, esto causado por el aumento del tono muscular, dicha condición trae como consecuencia que la marcha del paciente se vea alterada y con ello, la independencia del paciente y su capacidad de llevar a cabo sus actividades diarias.

El objetivo de esta investigación es determinar si la aplicación de vibración mejora funcionalidad de la extremidad inferior afectada y la velocidad y funcionalidad de la marcha en los pacientes con secuelas EVC, y si estos cambios clínicos perduran a 3 meses de haber terminado un programa de reeducación de la marcha.

La vibración se aplicara mediante un vibrador portátil a los músculos de la extremidad inferior afectada. La intensidad y frecuencia a la que será aplicado el estímulo no representa riesgos a la salud del paciente (90Hz), valores que en estudios previos no reportan efectos adversos o eventualidades.

Al aceptar participar en esta investigación, Usted estará adecuadamente informado acerca de las características del programa en forma detallada, en caso de surgir dudas sobre el mismo, sobre los riesgos, los beneficios etc., estos serán aclarados por el investigador. En caso de que el paciente por el motivo que fuere requiriera retirarse de la investigación, lo podrá hacer sin ningún problema y sin que ello repercuta en su atención posterior dentro de la institución, agradeciéndole que de ser así, informe con el tiempo debido al investigador o a la institución

Su identidad permanecerá en todo momento en el anonimato, y se guardara la confidencialidad de la información obtenida aun cuando dicha investigación sea sujeta de presentación en el ámbito médico. El estudio no tendrá costo para el paciente, los recursos humanos y materiales serán solventados por el C.N.M.A.I.C.R.I.L. y por el investigador. El paciente no recibirá ninguna retribución económica por participar en el estudio. Finalmente el investigador se compromete a informar al paciente sobre hallazgos recientes relacionados con el uso de estimulación vibratoria sobre los músculos sin importar que esto modifique la decisión del paciente en participar en el estudio.

Dr. Isaías Martínez Flores

Médico Residente de Medicina de Rehabilitación

## IX. REFERENCIAS

1. American Stroke Association Statistic Committe and Stroke Statistic Subcommitte. Heart Disease and Stroke Statistics. 2008.
2. Lecifiana MA, Pérez GE, Diez-Tejedor E. Recomendaciones para el tratamiento y prevención del ictus, 2004. Rev Neurol 2004;39:465-86
3. Nelles G, Spikerman G, Jueptner M, Leonhardt G, Muller, Gerhard H, et al. Reorganization of Sensory and Motor System in Hemiplegic Stroke Patients. Journal of American Heart Associaton. 1999;30;1510-1516
4. Chen CL, Chen CH, Tang SF, Wu CY, Cheng PT, Hong WH. Gait Performance with compensatory adaptations in stroke patients with different degree of motor recovery. Am J Phys Rehabil 2003;82:925-935
5. Davies PM. Reeducción de la Marcha Funcional, Pasos a seguir, Tratamiento integral del paciente con Hemiplejía. Panamericana. 2ª ed. 2000. Madrid. 245-290
6. Aruin AS. Hanke TA, Sharma A. Base of Support feedback in gait Rehabilitation, Int J Rehabil Res 2003;26:309-312
7. Shinohara M. Effects of Prolonged Vibration On Motor Unit Activity Motor Performance. Med Sci Sports Exerc 2005; 37; 12:2120-2125.
8. Van Wezel BMH, Van Engelen BGM, Gabreëls FJM, Gabreëls-Festen AAWM, Duysens J. AB Fibers Cutaneous Reflexes During Human Walking. J Neurophysiol 2000; 83: 2980-2986
9. Kawahira K, Higashihara K, Matsumoto S, Shimodonzonzo M, Etoh S, Tanaka N, et al. New Functional Vibratory Stimulation Device for extremities in patients with Stroke. Int J Rehabil Res 2004; 27:335-337
10. Novak P, Novak V. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation.2006;3:1-9
11. Ivanenko P, Grasso R, Lacquaniti F. Influence of Leg Muscle Vibration on Human Walking. Journal of Physiology.2000
12. Sánchez I. Estimulación vibratoria en la reeducación de la marcha del paciente hemiparético secundario a EVC. Centro Nacional Modelo de Atención , Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Educativa "Gaby Brimmer"
13. Perry J. Gait Analysis Normal and Pathological Function. 1<sup>st</sup> Edition. United States of America: Bill Schoneberger; 1992
14. Plas F. Viel E. Blanc Y. Concepto de la Marcha humana. En: Plas F. La Marcha Humana cinesiología, dinámica, biomecánica y patomecánica. Masson, España. 1984,1-28.
15. Lacquanti F, Grasso R, Zago M. Motor Pattens in Walking. News Physiol Sci 1999; 14: 168-174
16. Wierzbicka MM, Gilhodes JC, Roll JP. Vibration-Induced Postural Posteffects. J Neurophysiol. 1998: 79:143-150

17. Bensmaia SJ, Leung YY, Hsiao SS, Johnson KO. Vibratory Adaptation of Cutaneous Mechanoreceptive Afferents. *Journal of Neurophysiology*. 2005 November; 94(5):3023-3036
18. Sabine MP, Stepan P, Desloovere K, Duysens J. Vibration Induced Changes in EMG During Human Locomotion. *Journal of Neurophysiology* 2002. 89:1307
19. William D. *Biomecánica de la Locomoción y Entrenamiento de la Marcha*. Panamericana. 1ª ed. 1999. Barcelona . 245-290
20. Nakamura R, Taketoshi H, Sayuri W, Isamu Morohashi. Walking Cycle after Stroke. *J Exp Med* 1988; 154: 241-244
21. Schindler-Ivens S, Brown D, Brooke D. Direction Dependent Phasing of Locomotor Muscle Activity Is Altered Post Stroke. *J Neurophysiol* 2004; 92:2207-2216
22. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Phys Ther* 1986; 67:206-207
23. Cardinale M, Wakeling J. Whole Body vibration Exercise: are vibrations good for you. *Br Sports Med* 2005; 39:585-589
24. Bosco C, Colli R, Intorini E. Adaptive Responses of Human skeletal Muscle to Vibration Exposure. *Clin Physiol* 1999; 19: 183-187