



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E  
INVESTIGACION

SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA  
CENTRO NACIONAL MODELO DE ATENCION, INVESTIGACION Y  
CAPACITACION PARA LA REHABILITACION E INTEGRACION EDUCATIVA  
"GABY BRIMMER"

EJERCICIOS ISOCINETICOS Y HABILIDAD MANUAL EN  
PACIENTES DE 10 A 17 AÑOS DE EDAD CON PARALISIS  
CEREBRAL DE TIPO HEMIPARESIA ESPASTICA MODERADA

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICA ESPECIALISTA EN

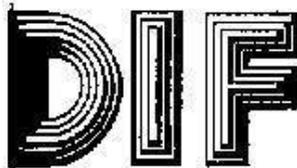
MEDICINA DE REHABILITACION

PRESENTA:

**DRA. MARIANA PAREDES BARBOSA**

ASESORES: DRA. MARIA GUADALUPE BLANCO GARCIA

DR. ENRIQUE EDUARDO ORTIZ ORTEGA



MEXICO, D. F.

FEBRERO, 2009



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.

**Ejercicios isocinéticos y habilidad manual en pacientes de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica moderada.**

## ASESORES

---

Dra. María Guadalupe Blanco García

Médico Especialista en Rehabilitación

Adscrita al C.N.M.A.I.C.R.I.E. Gaby Brimmer

---

Dr. Enrique Eduardo Ortiz Ortega

Médico Especialista en Rehabilitación Pediátrica

Encargado del área de Investigación del S.N.D.I.F.

*A mis amados hijos*

*André y Ariel,*

*y a mis invaluables padres*

*Rosa María e Hildeberto.*

*Gracias.*

## Agradecimientos

Deseo agradecer a las siguientes personas por el gran apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo, su aguda, su orientación y su esfuerzo. “ La investigación, al igual que la atención al paciente, debe ser un trabajo en equipo”

**María Guadalupe Blanco García**

Lic. Alfredo Villeda Trejo

**Enrique Eduardo Ortiz Ortega**

Teresa Pichardo Velazquez

**Mtra. María Eugenia García Gutiérrez**

María del Carmen Ledezma Martínez

**L.T.O. Josefina Castillo García**

Sabina Silva Ibarra

Dra. Grisel Guadalupe Lapercio Morales

Lourdes Cariño

T.O. Graciela Arbizu Amaro

Martha Elena Flores

T.O. Lourdes Pérez Estrada

María Guadalupe González Ríos

T.S. Sandra Fragoso

Araceli Rodríguez Sánchez

Dr. Francisco Javier Serrano Pérez

Dra. L. Patricia Hernández Fuentes

Dra. María Virginia Rico Martínez

Dra. Rosa María Sánchez

L.T.F. Rubén Hernández Becerra

Dra. Miriam Maya

Gabriela Mendoza, Guadalupe Simón, Daniel Rodríguez. gracias por hacer que un camino, al inicio, oscuro e incierto, fuera siempre brillante y pleno.

# INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
III. Justificación	8
IV. Objetivos del estudio	9
V. Material y métodos	10
VI. Resultados	14
VII. Discusión	35
VIII. Conclusiones	38
IX. Anexos	39
X. Referencias	43



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E  
INVESTIGACION

SISTEMA NACIONAL PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA  
CENTRO NACIONAL MODELO DE ATENCION, INVESTIGACION Y  
CAPACITACION PARA LA REHABILITACION E INTEGRACION EDUCATIVA  
"GABY BRIMMER"

EJERCICIOS ISOCINETICOS Y HABILIDAD MANEJAL EN  
PACIENTES DE 10 A 17 AÑOS DE EDAD CON PARALISIS  
CEREBRAL DE TIPO HEMIPARESIA ESPASTICA MODERADA

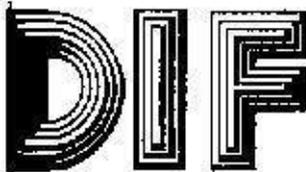
## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICA ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DE REHABILITACION  
PRESENTA:

**DRA. MARIANA PAREDES BARBOSA**

ASESORES: DRA. MARIA GUADALUPE BLANCO GARCIA

DR. ENRIQUE EDUARDO ORTIZ ORTEGA



MEXICO, D. F.

FEBRERO, 2009

**Ejercicios isocinéticos y habilidad manual en pacientes de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica moderada.**

## ASESORES

---

Dra. María Guadalupe Blanco García

Médico Especialista en Rehabilitación

Adscrita al C.N.M.A.I.C.R.I.E. Gaby Brimmer

---

Dr. Enrique Eduardo Ortiz Ortega

Médico Especialista en Rehabilitación Pediátrica

Encargado del área de Investigación del S.N.D.I.F.

*A mis amados hijos*

*André y Ariel,*

*y a mis invaluables padres*

*Rosa María e Hildeberto.*

*Gracias.*

## Agradecimientos

Deseo agradecer a las siguientes personas por el gran apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo, su ayuda, su orientación y su esfuerzo. “ La investigación, al igual que la atención al paciente, debe ser un trabajo en equipo”

**María Guadalupe Blanco García**

Lic. Alfredo Villeda Trejo

**Enrique Eduardo Ortiz Ortega**

Teresa Pichardo Velazquez

**Mtra. María Eugenia García Gutiérrez**

María del Carmen Ledezma Martínez

**L.T.O. Josefina Castillo García**

Sabina Silva Ibarra

**Dra. Grisel Guadalupe Lapercio Morales**

Lourdes Cariño

**T.O. Graciela Arbiza Amaro**

Martha Elena Flores

**T.O. Lourdes Pérez Estrada**

María Guadalupe González Ríos

**T.S. Sandra Fragoso**

Araceli Rodríguez Sánchez

**Dr. Francisco Javier Serrano Pérez**

Dra. L. Patricia Hernández Fuentes

**Dra. María Virginia Rico Martínez**

Dra. Rosa María Sánchez

**L.T.F. Rubén Hernández Becerra**

Dra. Miriam Maya

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
III. Justificación	8
IV. Objetivos del estudio	9
V. Material y métodos	10
VI. Resultados	14
VII. Discusión	35
VIII. Conclusiones	38
IX. Anexos	39
X. Referencias	43

## I. INTRODUCCIÓN

La Parálisis Cerebral (PC) se define como “el conjunto de manifestaciones motoras de una lesión cerebral ocurrida durante el período de maduración del sistema nervioso central que interfiere en su desarrollo” afecta la motricidad y otras áreas<sup>1</sup>. El manejo de estos pacientes en el área motora, se ha realizado a través de diferentes métodos, predominando la neurofacilitación. Recientemente, autores como Damiano<sup>2</sup>, y O’Neil et al<sup>3</sup> han hecho notar la necesidad de elaborar nuevos programas de manejo enfocados a aumentar la funcionalidad, mejorar las capacidades, la locomoción, el desarrollo cognitivo, la interacción social y la independencia. La American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine (AACPD) en el año 2001, evidenció que es necesario el manejo de estos pacientes con otras técnicas de intervención enfatizando en la necesidad de un modelo de integración educativa y médica<sup>3</sup>. Este trastorno motor se ve reflejado en miembros superiores, inferiores o ambos; para el manejo de éstas últimas existen reportes<sup>2,3,4</sup> de estudios realizados en niños con PC en donde se mejoró la fuerza y/o la función al aplicarse programas de fortalecimiento (algunos con ejercicios isocinéticos) a los miembros pélvicos; sin embargo, no se encontraron reportes de estudios previos enfocados a la mejora de la habilidad manual utilizando programas de isocinesia.

Aquí reportamos un estudio orientado a medir los cambios en la habilidad manual después de aplicar ejercicios isocinéticos a diferentes velocidades al miembro superior espástico en sujetos de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral tipo hemiparesia espástica moderada. Se realizó un estudio de tipo pre-experimental, con 12 pacientes a los que se les aplicó un programa básico de ejercicio predominantemente de tipo isocinético durante 15 sesiones de trabajo en el Centro Nacional Modelo de Atención, Investigación y Capacitación para la Rehabilitación e Integración Educativa Gaby Brimmer (C.N.M.A.I.C.R.E. G.B.), buscando mejorar la función de los mismos, mayor independencia en las actividades de ejecución de los miembros torácicos que redundara en su calidad de vida y acortara el tiempo de tratamiento institucional.

## II. ANTECEDENTES

La Parálisis Cerebral (PC), definida como un síndrome clínico heterogéneo que describe un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que se atribuyen a trastornos no progresivos que ocurrieron en el cerebro en desarrollo. Los trastornos motores de la PC se acompañan a menudo de trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos y/o de conducta, y/o por un trastorno convulsivo.<sup>5,6</sup>

A nivel internacional, se reporta una incidencia variable, pero fluctúa entre 2 a 3 por 1000 nacidos vivos<sup>6,7</sup>. De acuerdo al Programa Nacional de Salud 2001-2006, en México<sup>8</sup> la incidencia es de 6 casos de PC por cada 1000 nacidos vivos. En el censo de 2000<sup>9</sup> se reporta como la quinta y novena causa de mortalidad entre los adolescentes de 10 a 14 años y de 15 a 19 años respectivamente.<sup>10</sup> En nuestro Centro del total de pacientes atendidos del período de enero de 2004 a marzo de 2008 el 6% tuvieron PC (Archivo del C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B.).

La Parálisis Cerebral tiene varias clasificaciones vigentes. La clasificación **fisiopatológica** se basa en el área del encéfalo dañada y las alteraciones en el movimiento que esto provoca, la espástica es la más común (70%)<sup>6</sup>. Otra de las clasificaciones más utilizadas es la **topográfica**: de acuerdo al número de extremidades afectadas; se denomina “cuadri” o “tetra” para designar aquellos casos en los que existe afectación sustancial de los cuatro miembros, con mayor gravedad en las extremidades inferiores; “di” para designar aquellos pacientes con mayor compromiso de las extremidades superiores y sólo ligera afectación de las inferiores; “para” en los casos con afectación de los miembros inferiores solamente; “hemi” cuando se afecta el miembro torácico y el pélvico del mismo lado; y “doble hemiplejía” para los casos con afectación de los cuatro miembros, pero con predominio de un hemicuerpo; la terminación “paresia” se emplea para denominar los defectos motores en los que no existe una imposibilidad total para la realización de la actividad por alguna de las extremidades, sino que ésta se lleva a cabo con algún grado de limitación, pero con movimiento. Además, existe la clasificación de acuerdo al grado de

discapacidad y su requerimiento terapéutico: clase 1. Muy leve: prácticamente sin limitación de la actividad ni necesidad de tratamiento; clase 2. Leve: con ligera o moderada limitación de la actividad, con necesidad de un mínimo de terapia y ayuda; clase 3. Moderada: con limitación de la actividad que va desde moderada hasta alta; necesita ayuda y aparatos, así como la asistencia de los servicios de tratamiento; clase 4. Severa: personas con discapacidad para desarrollar cualquier actividad física útil, requieren una institucionalización por largo tiempo para rehabilitación<sup>6,7</sup>.

En los miembros superiores la alteración se manifiesta con pérdida de la habilidad manual, y de la capacidad para movilizar y tener buen control voluntario del mismo lo que ocasiona que el paciente encuentre limitada su función e impacte en sus actividades de la vida diaria<sup>4</sup>.

Para que haya un movimiento exitoso del brazo, debe existir una acción recíproca entre músculos agonistas y los antagonistas, con inhibición de los antagonistas mientras los agonistas están activados. En las personas con PC espástica, la acción es primeramente co-contracción con raramente alguna acción recíproca<sup>11,12,13</sup>. En ellas los movimientos bruscos y finos son lentos y exigen un esfuerzo excesivo. En el miembro superior, la estabilidad y el control del hombro, del codo y del puño son necesarios para posicionar la mano en el espacio, la mano se ve afectada por las alteraciones de todo el miembro superior y las que en sí misma causa la espasticidad definida como el aumento de la resistencia dependiente de la velocidad de estiramiento relativo en la dirección del movimiento articular o a un aumento repentino en la resistencia a través del arco de movilidad<sup>12</sup>, secundaria a hiperexcitabilidad de las neuronas motoras la y proceso anormal en la médula espinal de otras aferencias<sup>13</sup>.

La **habilidad manual** se define como “la capacidad para realizar las actividades diarias que requieren el uso de las extremidades superiores, a pesar de las estrategias desarrolladas”, se basa en la función de la extremidad superior, pero involucra factores contextuales personales o ambientales<sup>14</sup>. Para esta función es fundamental el movimiento de hombro, codo, muñeca y mano, buena movilidad de las articulaciones digitales y una fuerza eficaz de los

músculos<sup>15</sup>. Las alteraciones en la habilidad manual repercuten en la calidad de vida del paciente con PC, haciendo necesario incidir en ésta área<sup>16</sup>.

Para fines clínicos y de investigación, los pacientes deben ser valorados con diversos exámenes clínicos y mediciones instrumentadas para así poder valorarlos de manera completa, lo más objetiva posible y, elaborar un programa específico de atención a este problema. Una de las escala útiles para esto es la escala de Ashworth modificada, con la que se mide la hipertonia, da una rápida evaluación, lo que permite valorar de manera indirecta el grado de afección del paciente<sup>17</sup>.

Para la evaluación y seguimiento de la habilidad manual, se han realizado diversas escalas y pruebas, una de ellas es la Prueba de Función de la Mano de Jebsen-Taylor. Dicha prueba evalúa el uso eficaz de las manos en la actividad cotidiana realizando tareas representativas de las actividades manuales funcionales. Puede ser aplicada cuando existe función residual, consta de siete pruebas que representan varias funciones de la mano. Incluye actividades como: escribir, manipular tarjetas, recoger objetos pequeños, alimentación simulada, apilar fichas, recoger objetos livianos y pesados<sup>18</sup>.

El manejo terapéutico de estos pacientes debe dirigirse a todos los aspectos que estén afectados y a potenciar los que se conserven sin alteración. A través del tiempo se han desarrollado diversas técnicas de manejo para la PC, entre ellas el manejo quirúrgico con técnicas como la rizotomía, implantes de estimuladores eléctricos, medicamentos sistémicos como el baclofen intratecal, toxina botulínica, y rehabilitación física<sup>19</sup>; todos ellos dirigidos a inhibir la espasticidad, con la especulación de que esta inhibición brinda más experiencias sensoriomotoras normales y resulta en más patrones de movimiento normal. La debilidad muscular, los movimientos involuntarios, la pérdida del control y coordinación muscular son los marcadores del daño al cerebro en desarrollo. Aunque los músculos y nervios periféricos no están dañados al principio, con el tiempo, hay cambios morfológicos y bioquímicos, el cerebro es incapaz de proveer el delicado control que es necesario para permitir a la multitud de movimientos de músculos grandes y pequeños

coordinarse para las actividades de la vida diaria. Existen disponibles diversos tratamientos para disminuir el daño o el grado de severidad del mismo (p.e. espasticidad muscular) y, en algunas ocasiones, mejorar la participación en actividades de la vida diaria (p.e. movilidad independiente). Las intervenciones terapéuticas para aminorar los daños del sistema neuromuscular no necesariamente dejan mejoría en la función. Así, a pesar de que la espasticidad de las extremidades fuera disminuida, pudiera ser que no resultara en un uso más eficiente de las extremidades. Una mejoría en la función entonces requiere de pasos adicionales para aumentar la fuerza y la coordinación.<sup>19</sup>

Existen reportes en los que se han utilizado ejercicios de fortalecimiento con resultados favorables sobre la función<sup>20,21,22</sup> aplicados a pacientes con PC. En el 2002 una revisión sistemática concluye que la actividad física puede mejorar la actividad motora en personas con PC sin efectos adversos<sup>23</sup>. Diversos autores realzan la importancia de realizar más protocolos con entrenamiento físico intenso, que diseñen y prueben la eficacia de los mismos como otra opción terapéutica en la PC.<sup>2,20,21,22,23,24</sup>

Una de las modalidades de ejercicio que se han estudiado es el isocinético aplicado a los miembros pélvicos<sup>20,25,26,27,28</sup> sin embargo, es necesario estudiar también si este tipo de ejercicios es útil para los miembros torácicos y para el mejoramiento de la habilidad manual.

Los ejercicios isocinéticos<sup>29</sup> son aquellos que tienen una velocidad de ejecución constante a lo largo de todo el arco de movimiento, acomodada a la generación de tensión articular. Es necesario preseleccionar una velocidad (la deseada de acuerdo a las características del paciente)

- Lenta: 2-180 grados/segundo. Trabajan específicamente las fibras de contracción lenta tipo I, trabajo aeróbico.
- Media: 180-240 grados/segundo. Trabajan fibras de contracción rápida, trabajo aeróbico láctico.

- Rápida: 300-500 grados/segundo. Trabajan específicamente las fibras de contracción rápida intensa pero de corta duración. Trabajo anaeróbico aláctico.

Este tipo de ejercicio tiene como ventajas que el modo de trabajo muscular se acomoda a los arcos dolorosos, fatiga, etc., obteniendo en todo momento el máximo esfuerzo contráctil, las fuerzas compresivas articulares son minimizadas con el fenómeno de acomodación al tiempo que la lubricación intraarticular es máxima, la velocidad de ejecución se acerca a los valores denominados funcionales, permitiendo la realización de pruebas diagnósticas funcionales, la aparición de mialgias post-esfuerzo es mínima.

En la espasticidad, la mayor causa de la debilidad y la incoordinación es un déficit en el músculo agonista, esta deficiencia es afortunadamente responsiva al tratamiento, de hecho, se ha demostrado que las personas con PC pueden incrementar la fuerza del agonista al mismo grado que las personas sin enfermedad del sistema nervioso central<sup>2</sup>. Se ha demostrado que los niños con espasticidad muestran déficits en la producción del pico de torque a grandes velocidades<sup>30</sup> y un déficit relativamente mayor en la producción de torque excéntrico contra el concéntrico, dando evidencia indirecta del efecto negativo de la espasticidad sobre el torque máximo. Lo anterior nos indica que, si utilizando un dinamómetro y realizando un programa que incluya ejercicios isocinéticos, podemos incidir en la relación agonista-antagonista y mejorar el torque, entonces se podrá lograr mejoría en la fuerza y el control de los pacientes con PC.

Se sabe que el sistema nervioso central posee un mecanismo de protección para evitar la excesiva tensión muscular desarrollada durante la aplicación excéntrica pueda lesionar las fibras musculares. Al producirse un pico de tensión excéntrica (en este caso isocinética), se activan los órganos de Golgi y se produce una momentánea pérdida de tensión que evita la tensión de las fibras musculares. Este reflejo es una de las principales características del trabajo isocinético y añade un argumento importante a la activación selectiva de fibras musculares tipo II (rápidas), ricas en terminaciones de Golgi y, por

tanto, más reactivas a la activación excéntrica<sup>31</sup>. Esto es un mecanismo de protección, sin embargo debemos recordar que dependiendo de la velocidad utilizada, será el efecto que tengamos en los diferentes tipos de fibras musculares y de acuerdo a esto, basar el hecho de que en la espasticidad serán útiles las velocidades lentas<sup>32</sup>.

El equipo de isocinecia existente en el área de terapia ocupacional de nuestro Centro es un Biodex Multi Joint System 3®. Es un equipo útil para la evaluación, diagnóstico y rehabilitación. Tiene dispositivos para tratar hombro, codo y muñeca. Se ha utilizado en la evaluación y tratamiento de afecciones músculo-esqueléticas, articulares y neurológicas.

El Sistema tiene dinamómetro; asiento; software: con aplicaciones basadas en Windows 2000, contiene videos de explicación para el usuario, configuraciones en una "estación de datos con procesador Pentium que incluye pruebas y protocolos de ejercicio; pantalla; posicionamiento del paciente simplificado con instrucciones; herramientas: volante, desarmador, perilla y pinza tridigital.

### III. JUSTIFICACIÓN

La Parálisis Cerebral se presenta con alta prevalencia en la infancia y adolescencia, representando una importante carga económica y social para el estado y la familia; en virtud del elevado costo por atención en salud y de los costos indirectos que ocasionan ausentismo escolar y laboral; si la población con discapacidad no es atendida adecuadamente se calcula una pérdida económica de 75 mil millones de pesos anuales<sup>33</sup>. A nivel mundial su incidencia es de 2 a 3 casos por cada 1000 nacidos vivos, en México se reporta de 6 casos por cada 1000 nacidos vivos; en el año 1995 existían 2,121,365 casos; para el año 2000 se encontró dentro de las diez principales causas de mortalidad adolescente. En el C.N.M.A.I.C.R.I.E. Gaby Brimmer, de enero de 2004 a marzo de 2008 el 6% de los pacientes de nuevo ingreso cursaron con PC.

De acuerdo a las recomendaciones terapéuticas internacionales los nuevos programas de atención deben enfocarse a la funcionalidad e independencia por lo que es necesario realizar investigaciones bajo esta perspectiva. Se han realizado estudios de manejo con ejercicios en diversas modalidades aplicados a miembros pélvicos de pacientes con PC los que muestran que estos mejoran la funcionalidad y/o el control voluntario de los mismos. Los pacientes con PC frecuentemente cursan con afección motora no sólo a los miembros pélvicos, sino también a los superiores. No se encontraron reportes de manejo con ejercicios isocinéticos a los miembros torácicos en estos pacientes; tomando en cuenta que para la realización de las actividades de la vida diaria, la funcionalidad e independencia del individuo los miembros torácicos son de gran importancia y a que en el C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B. contamos con los recursos humanos y materiales necesarios, se realizó el presente estudio para medir si un programa de entrenamiento básico con ejercicios de isocinesia mejora la habilidad manual del miembro torácico afectado del paciente con PC espástica para tratar de incidir en el tiempo de tratamiento actual, además de aumentar el conocimiento científico en el manejo de pacientes con PC a través del uso de nuevos métodos de tratamiento.

## **IV. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

### **Objetivo General**

Medir los cambios en la habilidad manual después de aplicar un programa básico de entrenamiento que incluya ejercicios isocinéticos a diferentes velocidades al miembro superior espástico en sujetos de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica moderada, en el C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B.

### **Objetivos específicos**

- Medir la habilidad manual del miembro torácico espástico en los pacientes con PC de tipo hemiparesia espástica antes y después de la aplicación de un programa básico de isocinesia.
- Identificar si el paciente con hemiparesia espástica secundaria a PC es capaz de realizar pinza fina, pinza gruesa, control mano boca, control voluntario, y funciones básicas de mano antes y después de la aplicación de ejercicios isocinéticos.
- Aplicar un programa básico de entrenamiento que incluya ejercicios de isocinesia a diferentes velocidades al miembro torácico afectado de pacientes adolescentes con PC de tipo hemiparesia espástica.

## V. MATERIAL Y METODOS

El diseño del estudio fue prolectivo, prospectivo, longitudinal, pre-experimental. Fue llevado a cabo en el C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B. del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (D.I.F.) en el período comprendido del 10 de agosto al 30 de noviembre del año 2008. El Universo de trabajo estuvo conformado por sujetos de entre 10 a 17 años de edad con el diagnóstico de PC de tipo hemiparesia espástica moderada.

Se incluyeron todos aquellos individuos con diagnóstico de PC de tipo hemiparesia espástica moderada, edad entre 10 y 17 años, capaces de seguir indicaciones (que pudieran realizar la prueba inicial o de ensayo en el dinamómetro), con espasticidad en escala de Ashworth de 1-2 en miembro torácico afectado, arcos de movilidad de más de 85% de codo y muñeca medido con goniómetro estándar en el sistema de 0 a 180°, que el padre o tutor autorizara su participación en el estudio. Se excluyeron aquellos que presentaran deformidades ortopédicas que impidieran la realización de los ejercicios, contracturas articulares óseas en codo o muñeca, dolor en cualquiera de las articulaciones a movilizar que limitara la realización de las AVD al momento de la valoración, presencia de otras patologías interrecurrentes, pacientes con tratamiento farmacológico antiespástico o que lo hayan tomado 6 meses antes del comienzo del estudio. Se eliminaron aquellos que ya no desearan continuar con el protocolo, que recibieran otro manejo de rehabilitación en miembros torácicos de manera simultánea al programa, presentación de patologías interrecurrentes durante el desarrollo del protocolo, y los que no cumplieron con el 80% de asistencias.

Se informó acerca de la investigación a las autoridades del C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B., de la escuela secundaria anexa al mismo, de A.P.A.C. y de dos C.A.M. cercanos al Centro solicitando por escrito su autorización para realizar la invitación a los pacientes, y padres de los mismos, con PC a su cargo. Se entregó por escrito y de manera individual un resumen a los médicos adscritos a la consulta externa del Centro para hacer de su conocimiento la Investigación, y para solicitar su autorización y cooperación para el reclutamiento de los pacientes a su cargo.

Se revisaron los registros del C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B. (Libreta de Registro Único del Archivo Clínico del Centro) para extraer los datos de los pacientes con el diagnóstico antes mencionado y así poder contactarlos. Se reclutaron a los pacientes que acudieron solicitando su inclusión en el protocolo. Se realizó una junta informativa con los mismos y sus familiares para dar a conocer los lineamientos del protocolo y Carta de Consentimiento Informado.

Los materiales utilizados fueron dinamómetro Biodex Multijoint System 3®, herramientas del área de isocinecia, C.N.M.A.I.C.R.I.E.G.B., volante, desarmador, perilla y pinza tridigital, equipo BioStep Semi Recumbent Elliptical®, equipo Biodex Upper Body Cycle®, escalas de Jebsen-Taylor y hoja de captura de datos (anexo 1), hoja de consentimiento informado (anexo 2), pluma, lápiz, una silla con respaldo, goniómetro.

Se realizó una valoración inicial en la que se midieron arcos de movilidad con goniómetro estándar, contracturas de los músculos bíceps braquial, tríceps braquial, flexores de muñeca y extensores de muñeca, el tono muscular de hombro, codo y muñeca con la escala de Ashworth modificada, se calculó la frecuencia cardíaca de entrenamiento. Se aplicó la escala de función de la mano de Jebsen-Taylor (si el sujeto no era capaz de realizar la actividad solicitada en la escala, se le registró un tiempo límite mayor a 12 minutos).

La implementación del programa se llevó a cabo a través de 15 sesiones de trabajo (tres veces por semana) y dos valoraciones (inicial y final) llevados a cabo por el investigador principal. Cada sesión de trabajo consistió en:

- Calentamiento (10 minutos de ejercicio isotónico 120 rev/min en equipo BioStep Semi Recumbent Elliptical® (figura 1), a 50-60% de su frecuencia cardíaca de entrenamiento, seguido de estiramientos activo asistidos de pectoral mayor, dorsal ancho, bíceps braquial y flexores de muñeca en sedestación con apoyo en tórax, 5 repeticiones de cada uno.
- Sesión de trabajo isocinético en dinamómetro Biodex system 3®. Para la ejecución del trabajo isocinético se colocó al paciente en sedestación, en



Figura 1. Semi Recumbent Elliptical®

el asiento del dinamómetro estabilizándolo con los cinchos correspondientes tronco y extremidades inferiores (en los pacientes que al inicio del protocolo no podían realizar la presión del equipo o de la herramienta se les fijó la mano con un vendaje elástico). Se indicó verbalmente el inicio, y con el biofeedback en la pantalla del equipo, durante la ejecución se les animó verbalmente. Se utilizaron las herramientas de trabajo volante (figura 2), pinza tridigital (figura 3) y perilla (figura 4) o desarmador (figura 5) -dependiendo de la habilidad de realizar presión gruesa o fina-. El ejercicio isocinético se implementó sólo al miembro torácico afectado. Las características del programa de trabajo son: ejercicio isocinético concéntrico/concéntrico, movimiento extrínseco/intrínseco a velocidades de 30/30-60/60-90/90-120/120-180/180°/seg, diez repeticiones en cada velocidad con 10 segundos de descanso entre cada serie de repeticiones. Lo anterior se realizó con cada una de las herramientas ya mencionadas con descanso entre cada herramienta de 2 minutos.

- Sesión de enfriamiento: 5 minutos en el equipo Biodex Upper Body Cycle® (figura 6), modalidad isotónica libre sin resistencia.



Figura 2. Herramienta: volante



Figura 3. Herramienta: pinza



Figura 4. Herramienta: perilla



Figura 5. Herramienta :desarmador



Figura 6. Biodex Upper Body Cycle®

La valoración final consistió en medir los arcos de movilidad, tono muscular y la escala de la habilidad manual de Jebsen-Taylor.

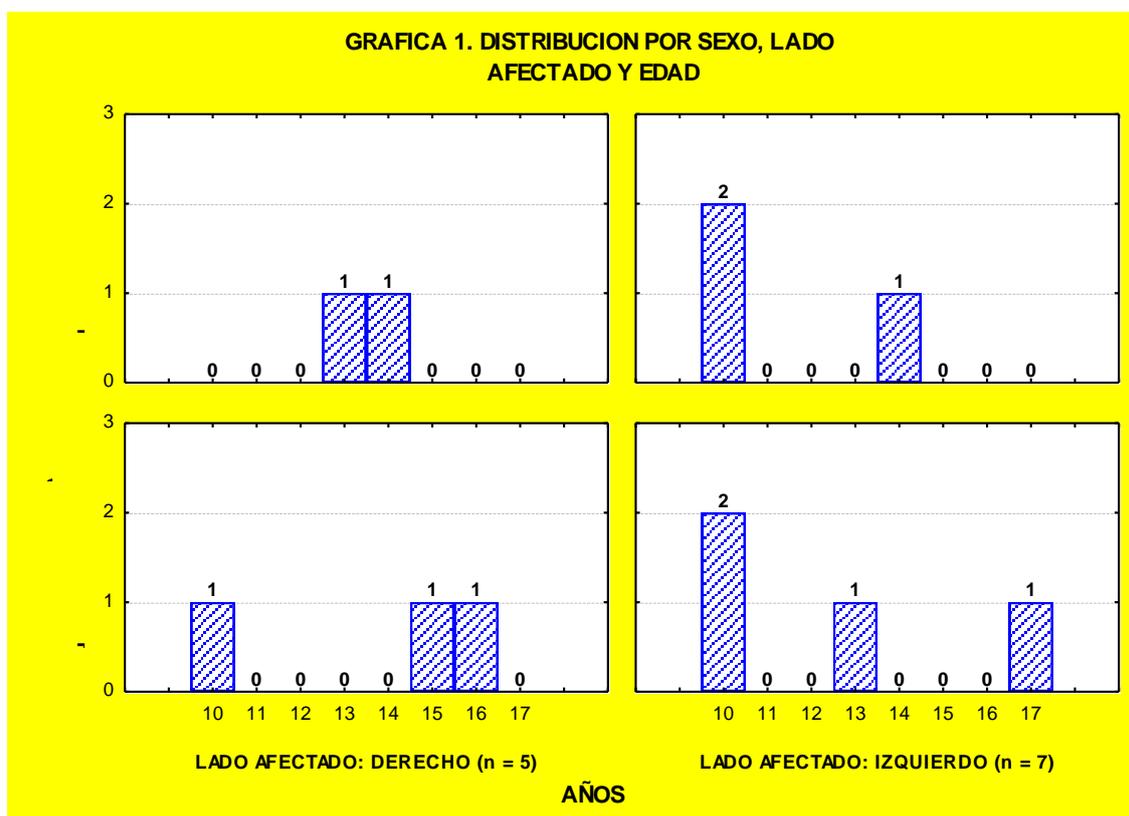
La investigación atendió los aspectos éticos contemplados en la Ley General de Salud en el Título Quinto artículos 96 al 99. También en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud Título Segundo se hace referencia a los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos donde dice que “la Investigación que se realice... se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen;...; deberán prevalecer...las probabilidades de los beneficiados esperados sobre los riesgos predecibles; contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal”. En el artículo 20 menciona que se entiende por consentimiento informado el acuerdo por escrito, mediante el cual 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.

## VI. RESULTADOS

Se revisaron un total de 21 sujetos de los que sólo 13 cumplieron con los criterios de inclusión. De esos 13 sujetos, terminaron el protocolo 12 (92%), uno fue excluido debido a que no cumplió con el 80% de sus terapias. De los 12 sujetos que terminaron el protocolo, tres cumplieron con el 93% de las asistencias (14 sesiones) y el resto el 100%.

Los sujetos acudieron tres veces a la semana, la duración de cada sesión varió entre 30 a 55 minutos (dependiente de la habilidad de cada sujeto).

La muestra fue de 12 pacientes, cuya distribución por sexo, lado afectado se muestra en la Gráfica 1.



Los resultados a continuación detallados, se analizaron con el software STATISTICA 7, STATA 10 y EPI INFO 6.04. Se utilizó estadística descriptiva: tablas de frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión así como también de posición; tablas de contingencia y gráficos de barras y de caja y bigote; estadística inferencial: análisis de varianza de 1, 2 y 3 factores (ANOVA); prueba de comparaciones múltiples LSD de Fisher.

La goniometría de hombro, codo y muñeca mejoró en todos, sin embargo no se modificó de manera significativa.

La habilidad manual se midió con la escala de Jebsen-Taylor, la que mide las siguientes habilidades:

- Escritura (texto validado de 24 palabras)
- Voltar tarjetas de 5x3 pulgadas
- Meter objetos pequeños a un recipiente
- Simulación de comida
- Apilar fichas
- Levantar y volter objetos grandes y ligeros
- Levantar y volter objetos grandes y pesados

De cada una de ellas se analizó la eficacia del tratamiento al llegar a su termino después de 15 sesiones de entrenamiento (**Fase 2**), tomando como referencia de control su evaluación antes del tratamiento (**Fase 1**) así como el tiempo de ejecución del lado no afectado. Las medidas de resumen estadístico de los tiempos de ejecución se concentran en la tabla 1.

Se considera significativamente estadístico al valor de  $p < 0.05$ .

Tabla 1. Resumen de medidas estadísticas de los tiempos de ejecución según la escala de Jepsen – Taylor

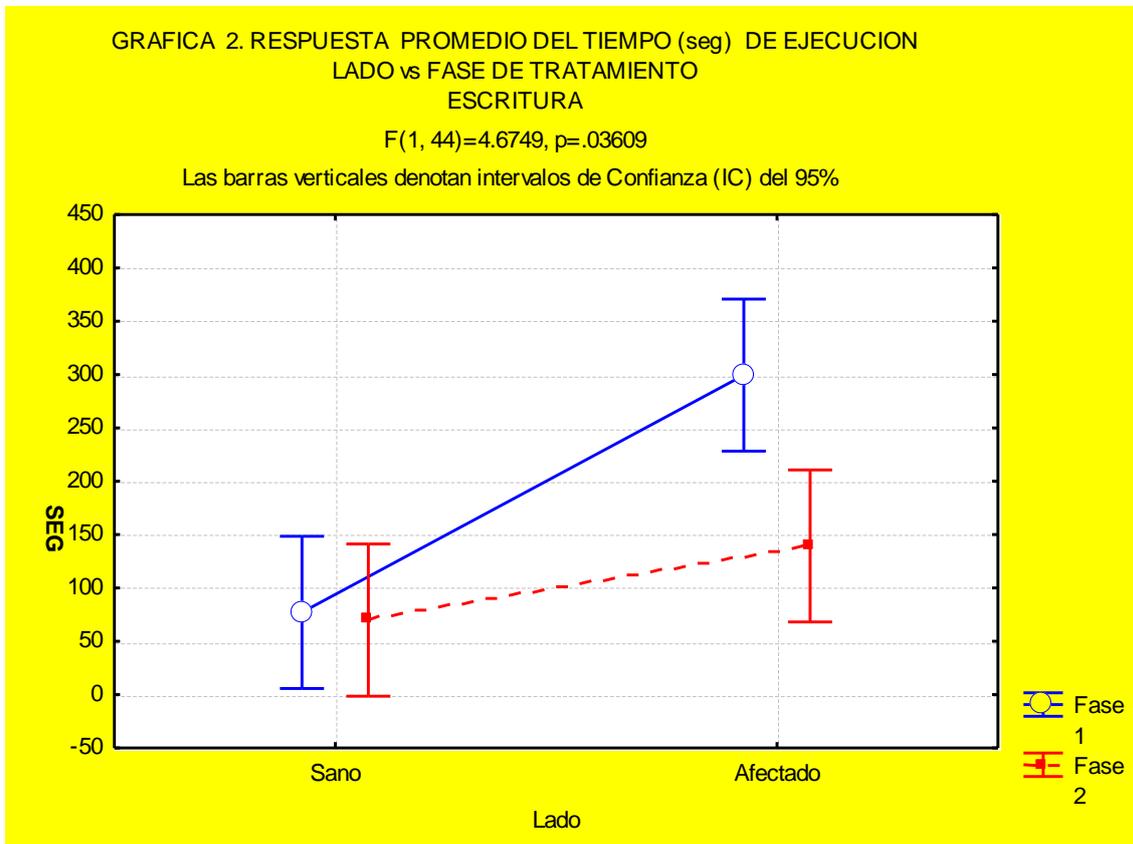
Fase	Lado	HABILIDAD	N	Media	Desv. Estándar	Tiempo Mínimo	Percentil 10	Q25	Mediana	Q75	Percentil 90	Tiempo Máximo
1	Sano	ESCRITURA	12	77.1	54.4	<b>23.5</b>	30.6	41.9	66.9	78.4	183.3	<b>190.7</b>
		VOLTEO DE TARJETAS	12	13.8	8.5	<b>6.7</b>	6.9	8.2	11.5	14.5	24.3	<b>35.8</b>
		OBJETOS PEQUEÑOS	12	14.8	6.6	<b>7.9</b>	8.6	9.1	12.1	21.1	23.1	<b>25.3</b>
		COMIDA SIMULADA	12	48.2	49.3	<b>18.5</b>	19.4	21.3	26.3	50.1	104.5	<b>183.4</b>
		APILAR FICHAS	12	9.7	3.4	<b>5.7</b>	6.0	6.6	8.9	12.5	14.2	<b>15.4</b>
		OBJETOS GRANDES Y LIGEROS	12	13.0	6.7	<b>5.7</b>	6.7	8.6	11.1	16.8	21.3	<b>28.1</b>
		OBJETOS GRANDES Y PESADOS	12	11.5	5.0	<b>4.5</b>	5.9	7.5	11.0	14.8	19.1	<b>20.4</b>
		Afectado	ESCRITURA	12	299.5	219.9	<b>106.7</b>	110.1	133.8	215.5	402.3	720.0
	VOLTEO DE TARJETAS		12	107.8	198.5	<b>14.9</b>	18.3	19.5	31.8	100.3	167.9	<b>720.0</b>
	OBJETOS PEQUEÑOS		12	128.1	204.3	<b>11.5</b>	17.8	25.2	35.0	148.8	282.7	<b>720.0</b>
	COMIDA SIMULADA		12	257.5	249.4	<b>33.1</b>	37.5	64.4	138.6	361.4	720.0	<b>720.0</b>
	APILAR FICHAS		12	42.7	34.2	<b>8.6</b>	13.5	20.1	27.6	69.5	79.2	<b>119.8</b>
	OBJETOS GRANDES Y LIGEROS		12	60.1	56.7	<b>8.2</b>	18.1	21.0	38.4	90.4	152.1	<b>171.1</b>
	2	Sano	OBJETOS GRANDES Y PESADOS	12	102.6	154.5	<b>6.8</b>	20.4	22.7	39.2	128.7	163.5
ESCRITURA			12	70.0	55.5	<b>21.1</b>	30.1	36.9	49.9	73.0	183.2	<b>184.5</b>
VOLTEO DE TARJETAS			12	11.8	7.2	<b>6.2</b>	6.4	6.9	10.0	12.9	16.1	<b>32.3</b>
OBJETOS PEQUEÑOS			12	13.0	5.7	<b>7.3</b>	7.5	8.5	10.7	19.2	20.3	<b>22.7</b>
COMIDA SIMULADA			12	43.8	42.3	<b>18.0</b>	18.1	21.0	27.9	39.8	99.7	<b>158.0</b>
APILAR FICHAS			12	7.3	3.4	<b>0.0</b>	4.5	6.1	6.8	10.0	11.3	<b>13.0</b>
OBJETOS GRANDES Y LIGEROS			12	10.2	4.1	<b>5.1</b>	5.7	6.8	9.9	11.7	15.4	<b>19.3</b>
OBJETOS GRANDES Y PESADOS			12	10.1	4.3	<b>5.0</b>	5.3	6.9	9.6	11.4	17.8	<b>18.2</b>
Afectado		ESCRITURA	12	139.4	75.1	<b>48.8</b>	66.3	87.9	119.5	180.6	241.6	<b>302.1</b>
		VOLTEO DE TARJETAS	12	23.3	18.4	<b>10.2</b>	10.8	11.7	17.6	26.8	32.8	<b>76.7</b>
		OBJETOS PEQUEÑOS	12	39.1	39.1	<b>9.0</b>	11.1	14.5	20.6	62.5	71.2	<b>141.0</b>
		COMIDA SIMULADA	12	82.5	60.3	<b>29.3</b>	30.6	31.6	47.4	139.3	162.5	<b>193.1</b>
		APILAR FICHAS	12	22.5	18.8	<b>6.2</b>	6.8	11.8	15.3	27.8	41.4	<b>72.3</b>
		OBJETOS GRANDES Y LIGEROS	12	22.4	14.3	<b>6.1</b>	9.0	11.8	21.0	29.6	32.5	<b>57.8</b>
OBJETOS GRANDES Y PESADOS	12	25.3	19.6	<b>5.3</b>	11.0	11.9	20.9	29.4	53.0	<b>72.4</b>		

Fuente: hoja de análisis estadísticos.

El análisis comparativo fase-lado basado en ANOVA de dos factores para cada una de las habilidades estudiadas se presenta en las gráficas 2-22 citadas a continuación.

Los resultados para Escritura fueron significativos con una  $p= 0.03609$  como se muestra en las gráficas 2 y 3.

En la gráfica 4 se observa que la mediana para el tiempo de ejecución de la Escritura disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 215.5 segundos, fase 2= 119.5 segundos).

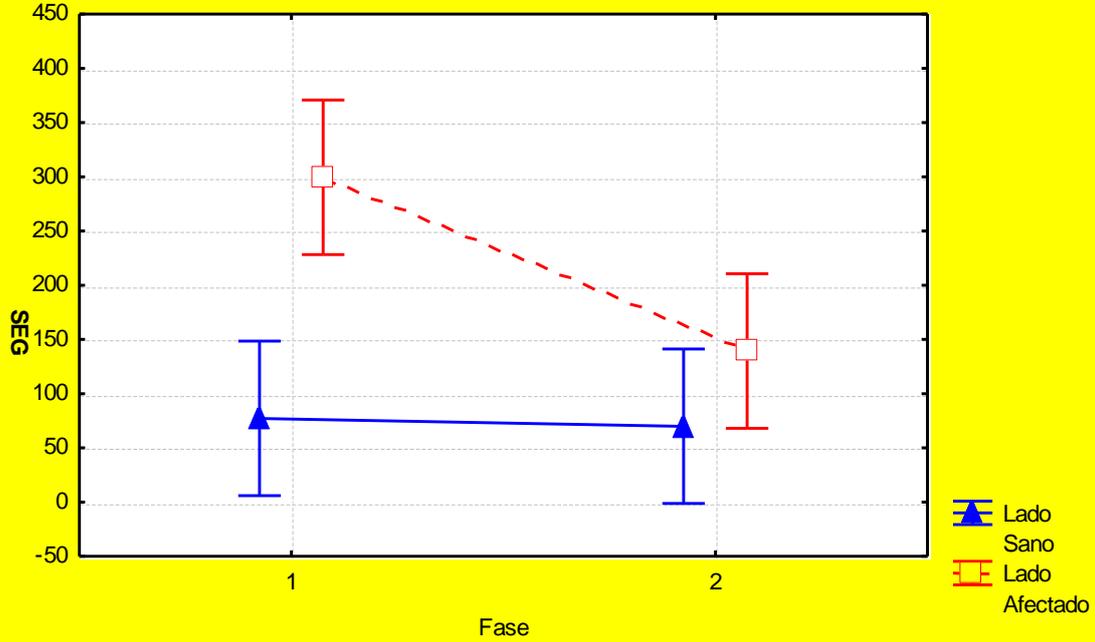


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

**GRAFICA 3. RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION FASE vs LADO DE TRATAMIENTO ESCRITURA**

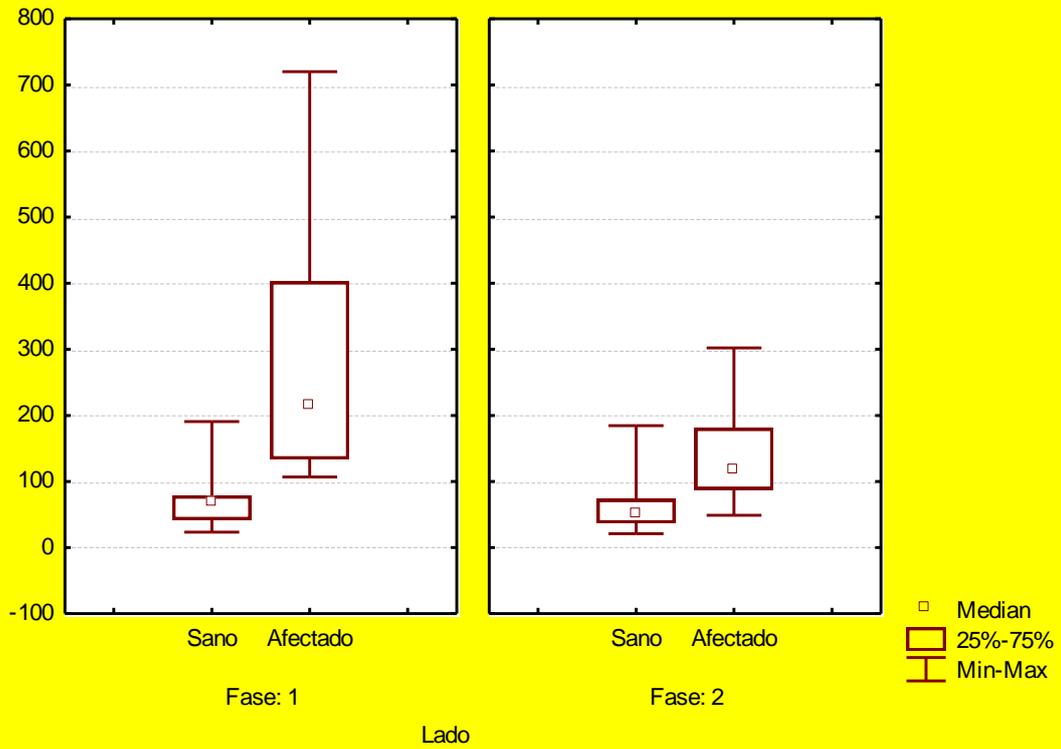
$F(1, 44)=4.6749, p=.03609$

Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%



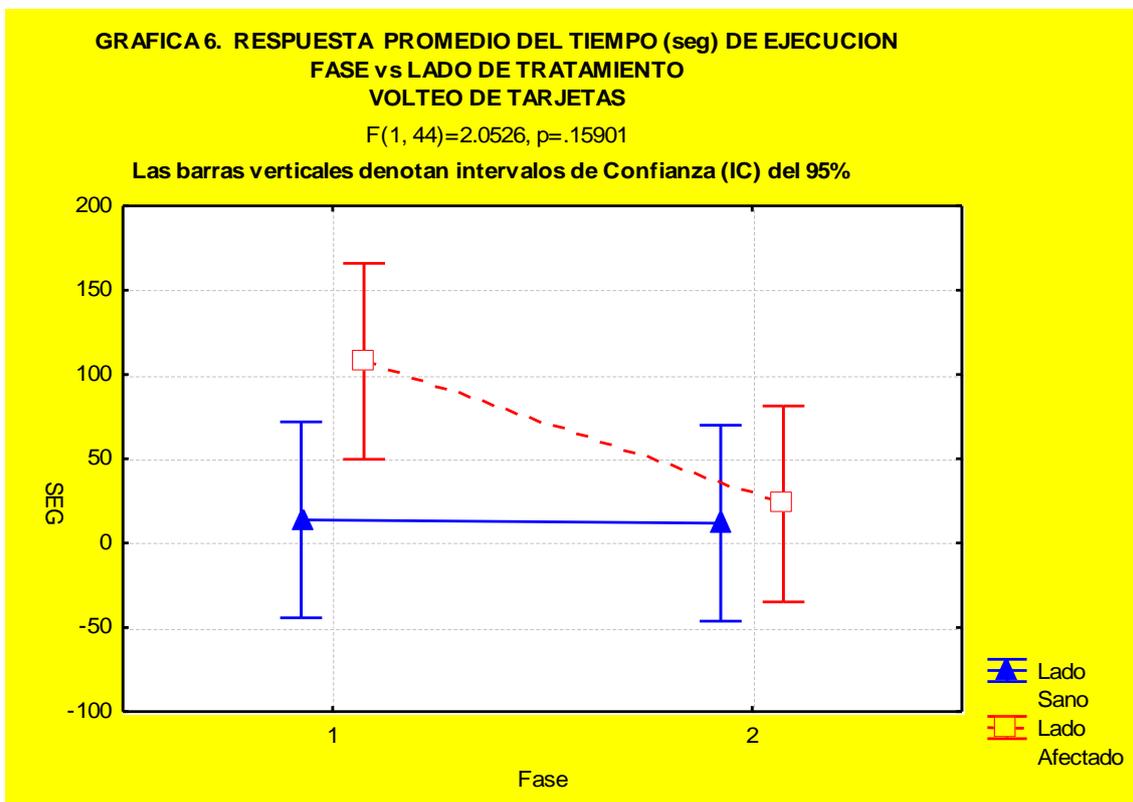
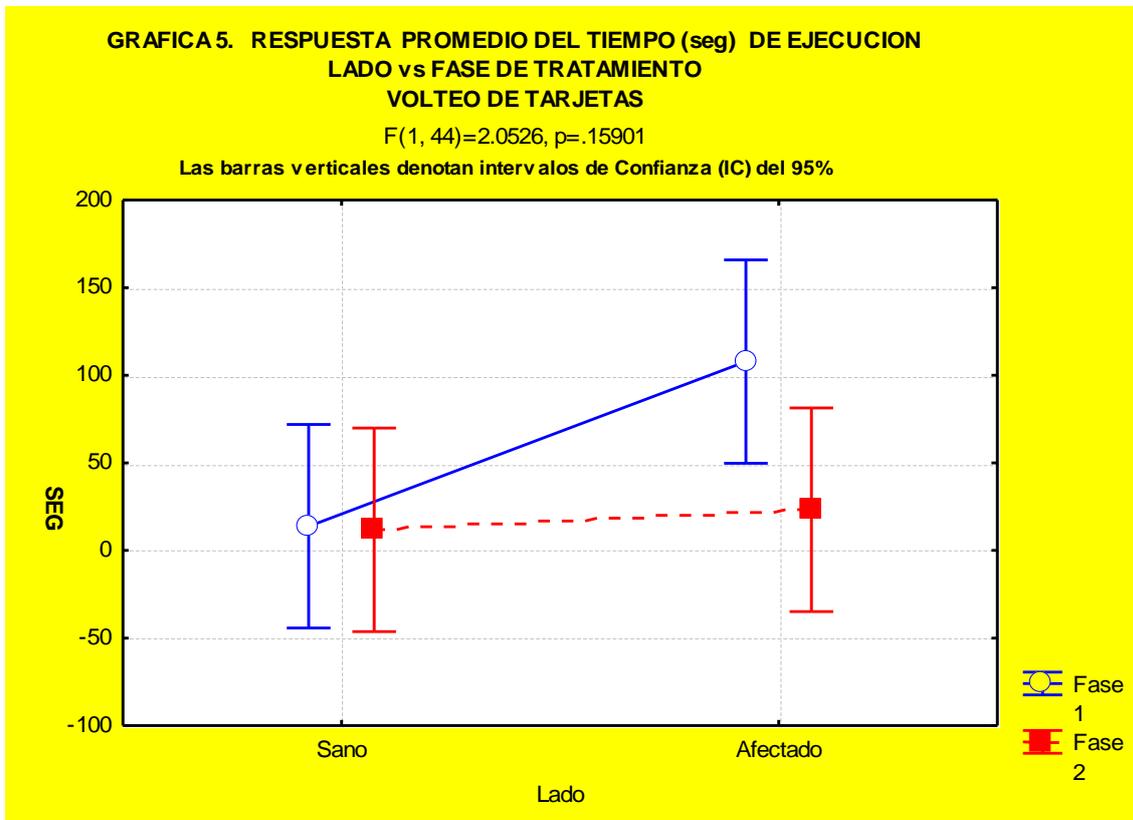
Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

**GRAFICA 4. COMPARATIVO DE LA MEDIANA SEGÚN LADO Y FASE ESCRITURA**

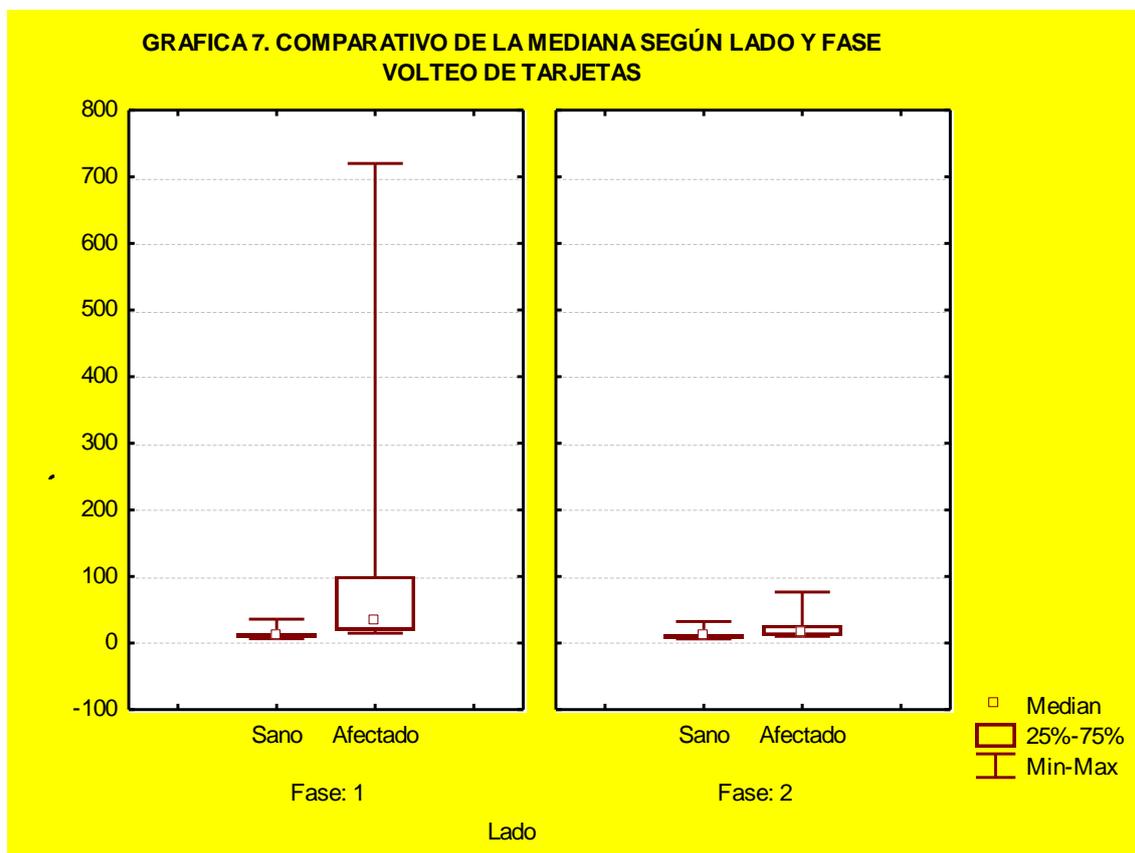


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

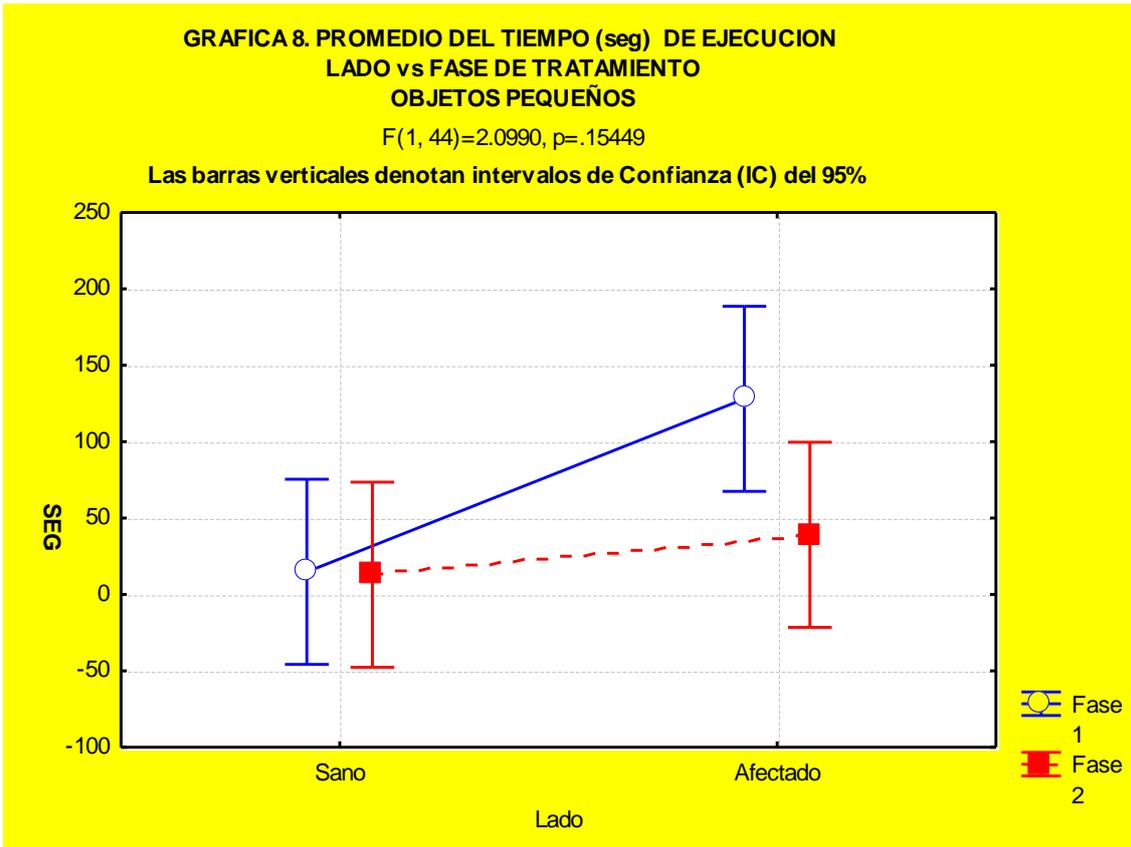
Como se observa en las gráficas 5 y 6 el tiempo de ejecución del Volteo de Tarjetas después de la aplicación del programa de ejercicios mejoró, sin embargo no fue significativo con una  $p= 0.15901$ .



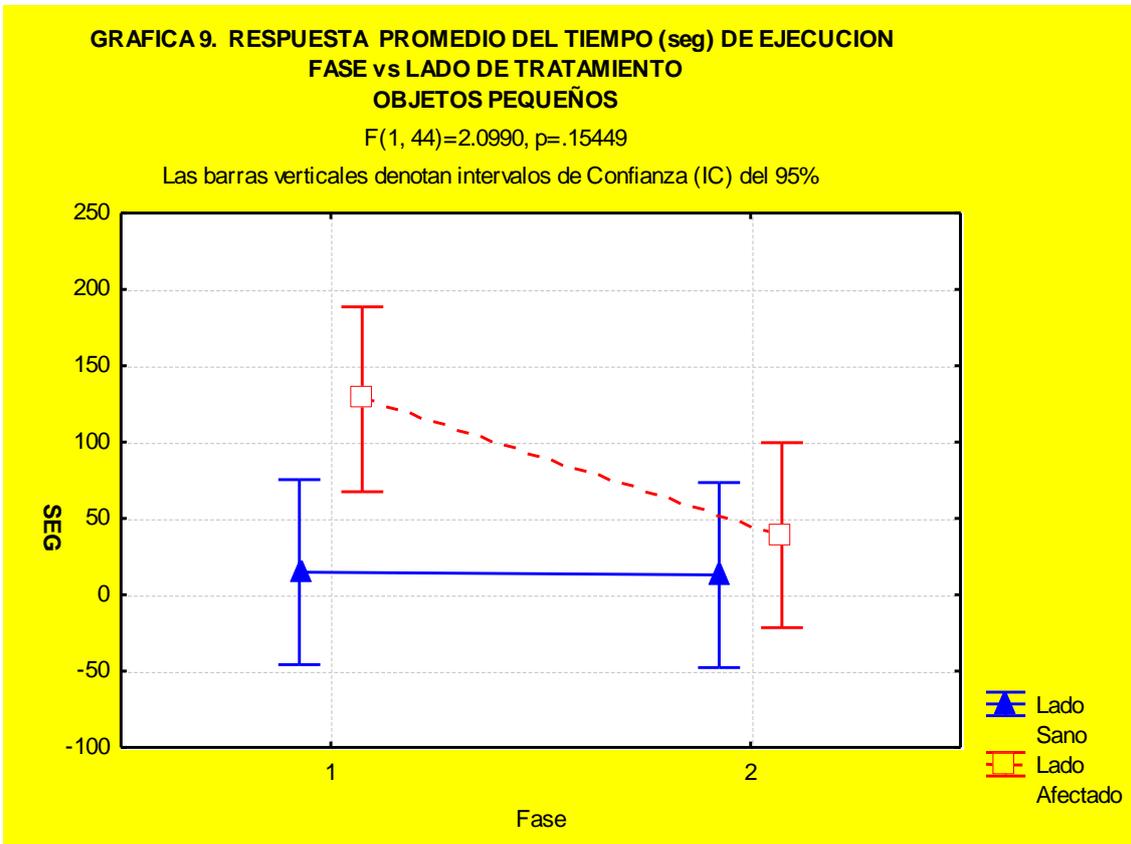
En la gráfica 7 se observa que la mediana para el tiempo de ejecución del Volteo de Tarjetas disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 31.8 segundos, fase 2= 17.6 segundos).



El tiempo promedio en que se introdujeron Objetos Pequeños a un recipiente disminuyó aunque esta disminución en el tiempo de ejecución no fue significativa estadísticamente con una  $p= 0.15449$  (gráficas 8 y 9).

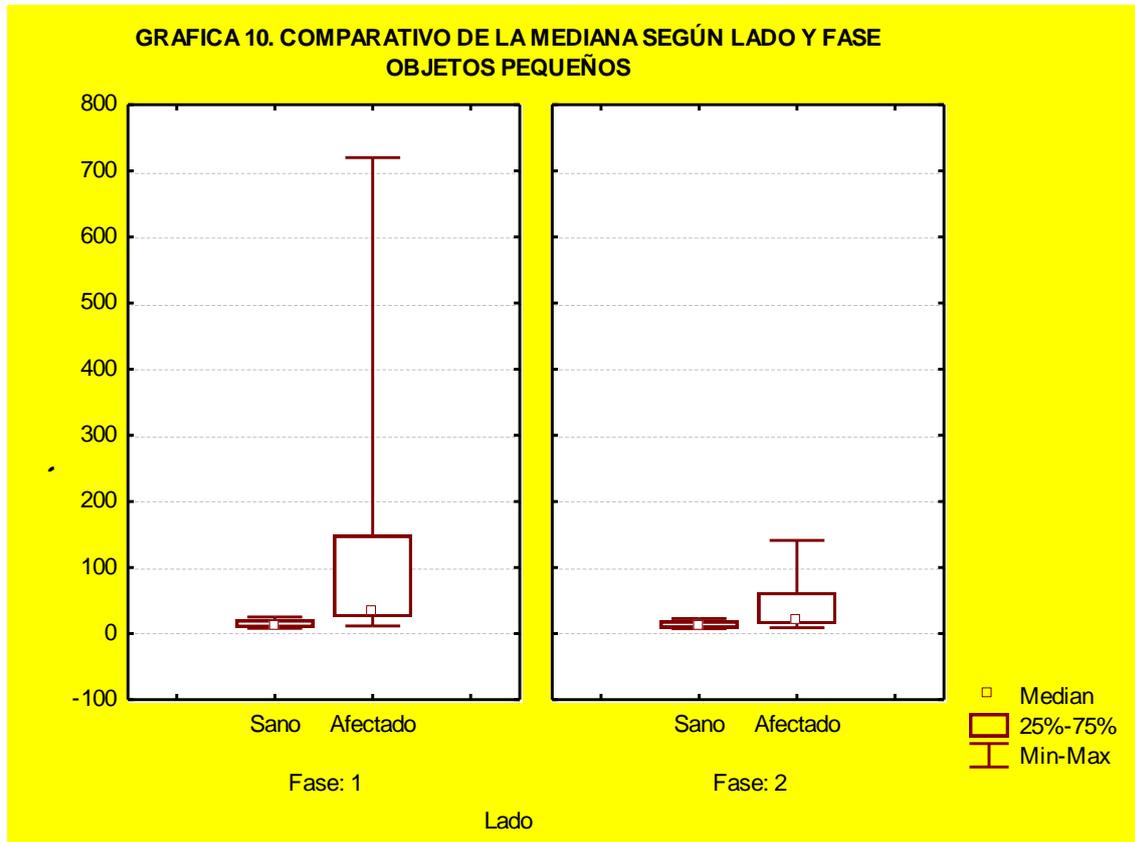


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

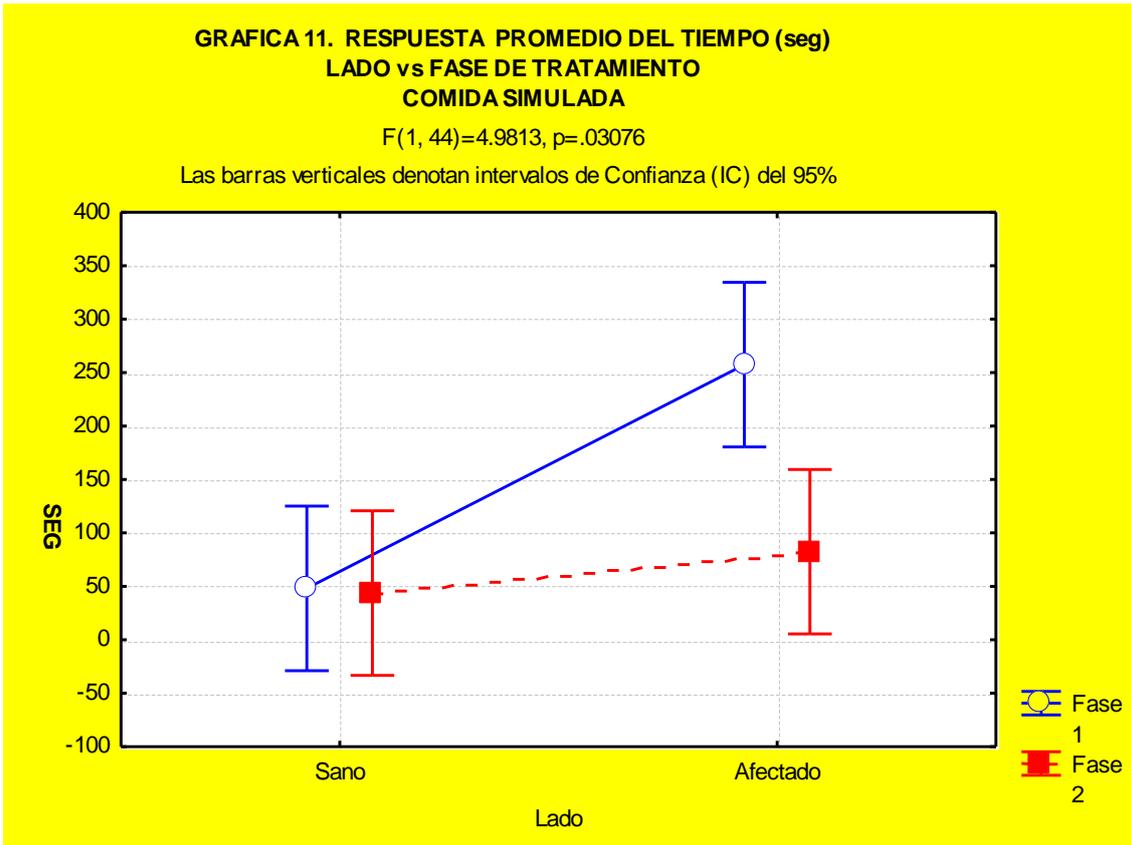


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

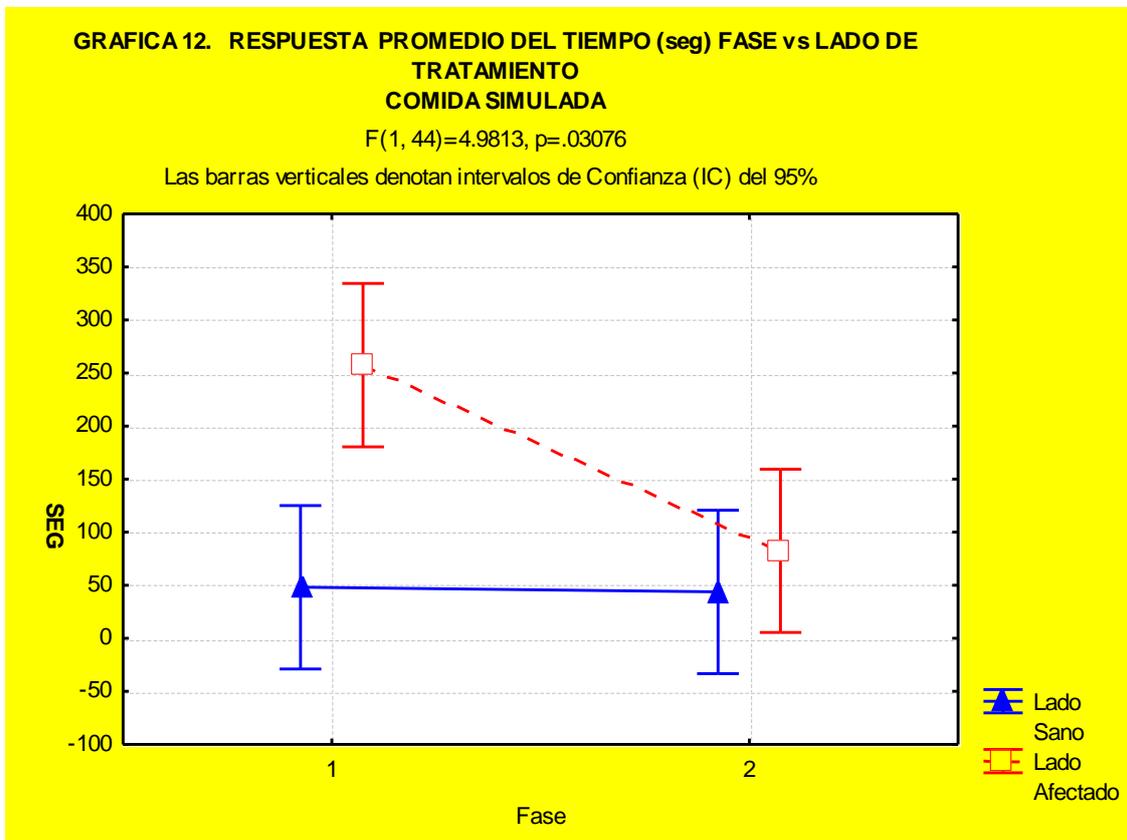
En la gráfica 10 se observa que la mediana del tiempo de ejecución de introducir Objetos Pequeños en un recipiente disminuyó después del tratamiento al lado afectado (fase 1= 35.0 segundos, fase 2= 20.6 segundos).



En las gráficas 11 y 12 se observa que el tiempo de ejecución de Comida Simulada disminuyó de manera significativa con una  $p= 0.03076$ .

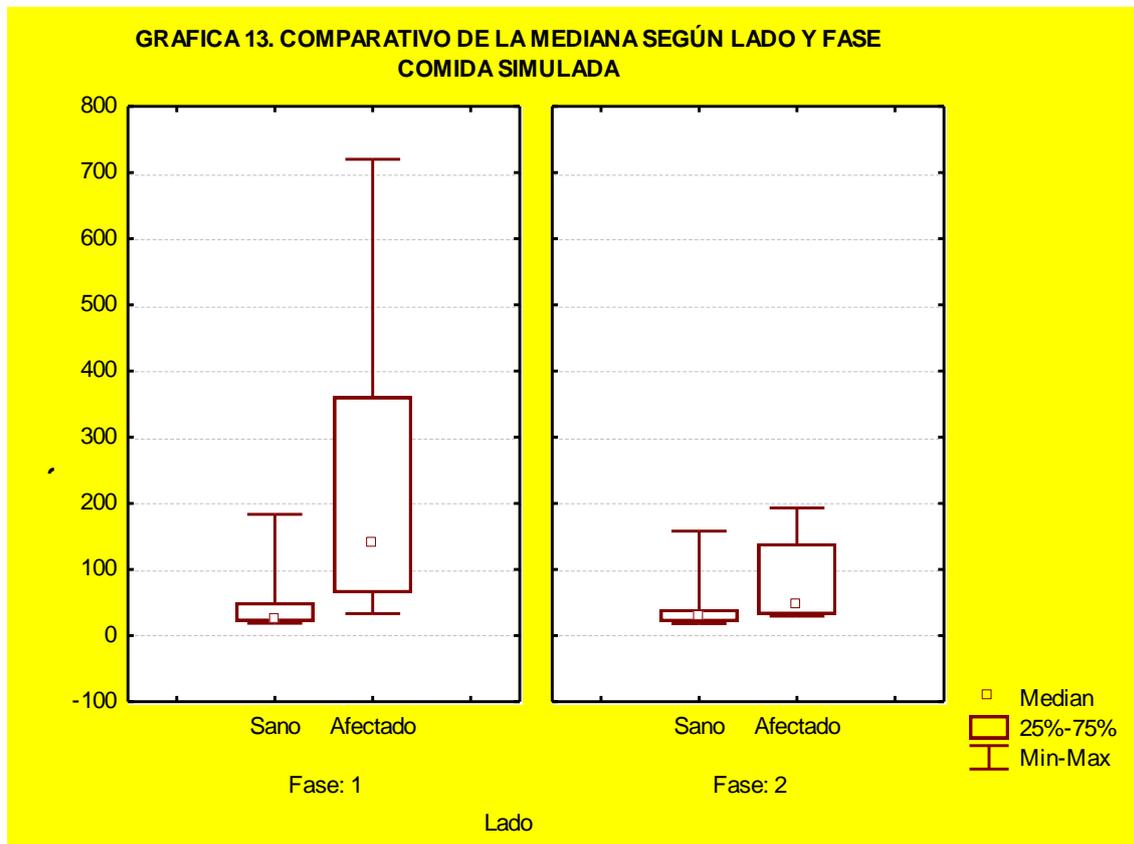


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

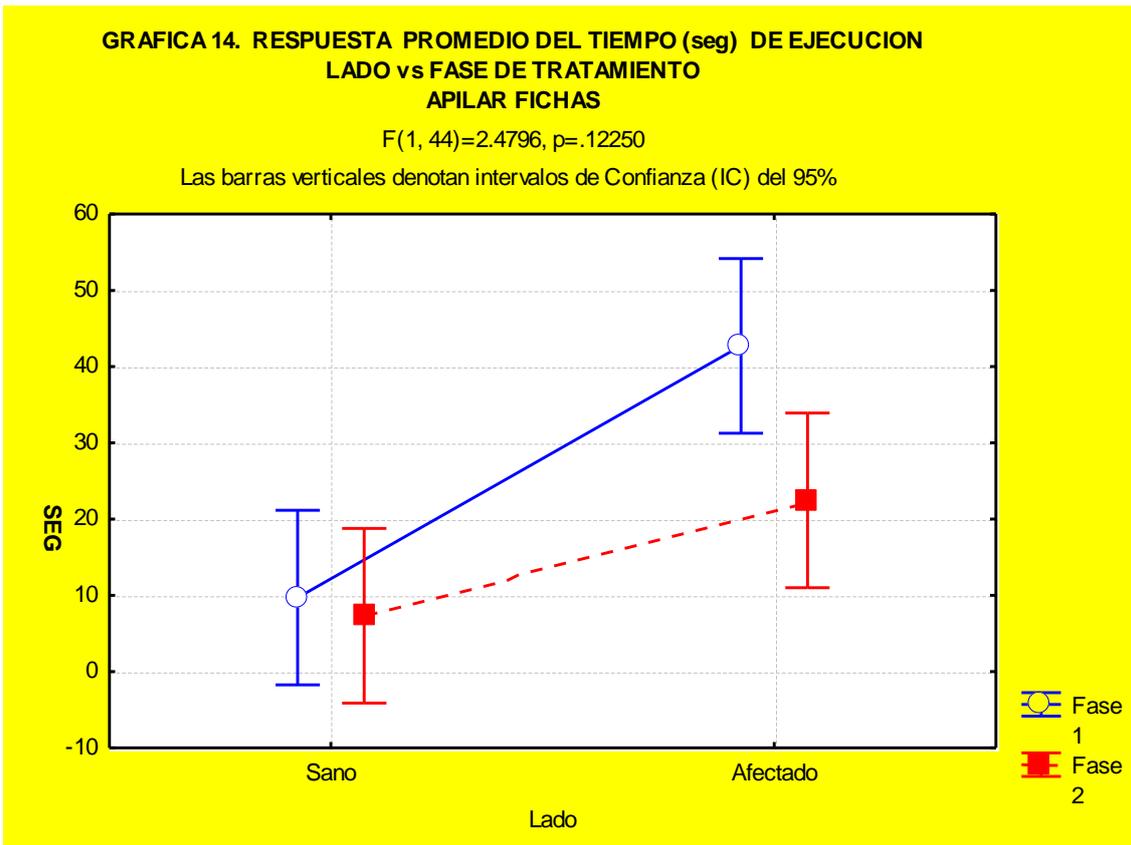


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

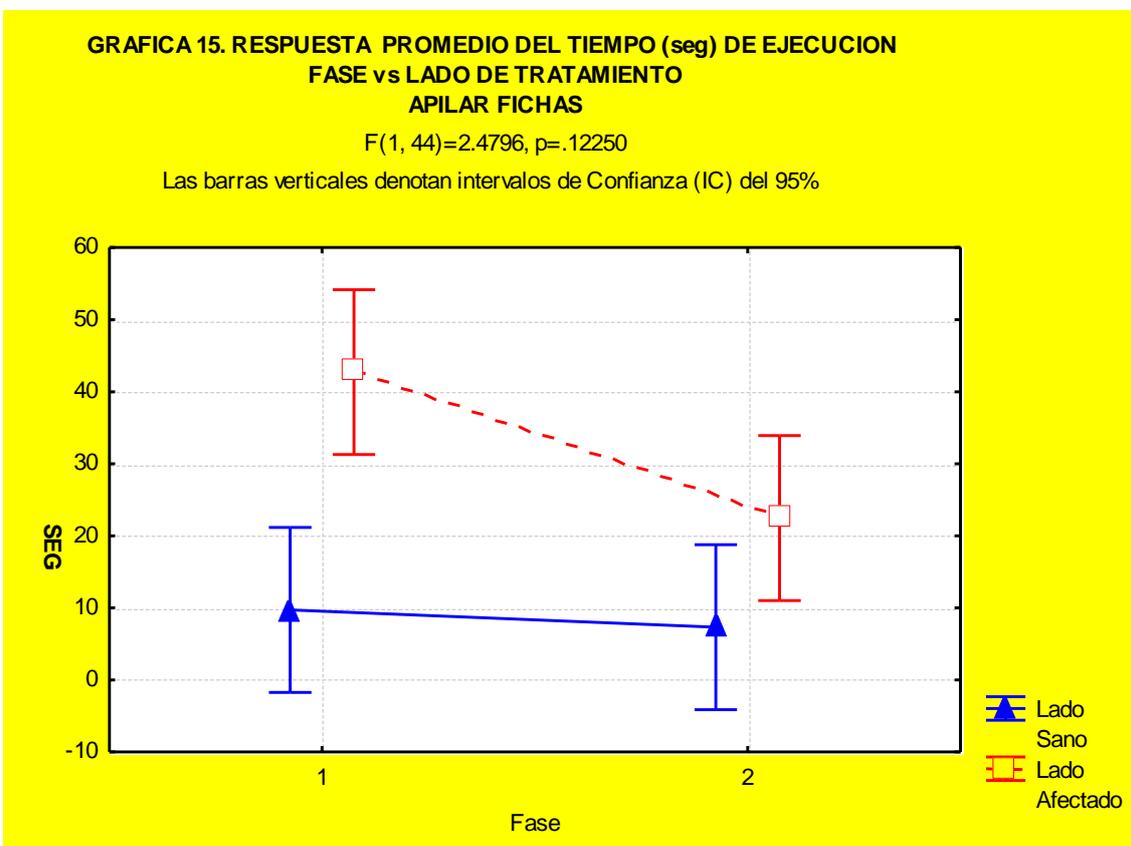
En la gráfica 13 se observa que la mediana para el tiempo de ejecución llevar una cuchara con habas a la boca (Comida Simulada) disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 138.6 segundos, fase 2= 47.4 segundos).



En las gráficas 14 y 15 se observa que el tiempo utilizado para apilar fichas disminuyó de manera no significativa ( $p= 0.12250$ ).

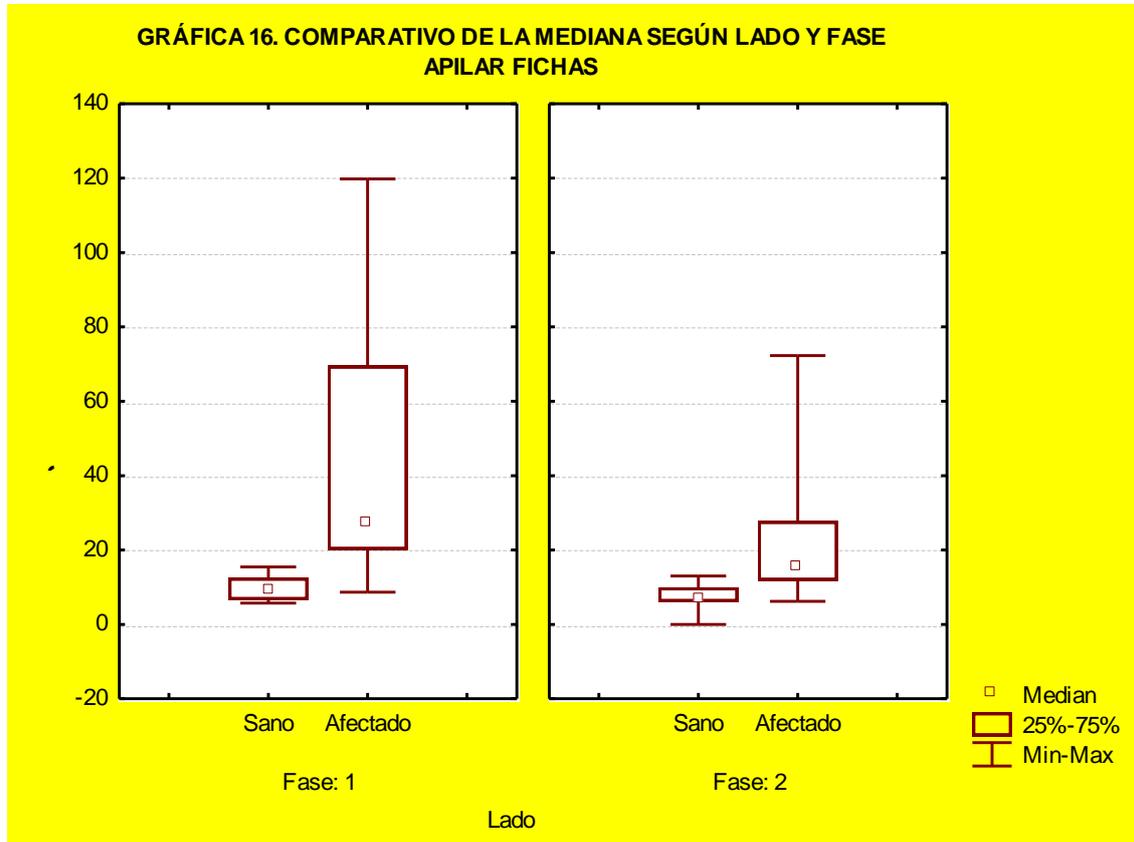


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.



Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

En la gráfica 16 se observa que la mediana del tiempo de ejecución para Apilar Fichas disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 27.6 segundos, fase 2= 15.3 segundos).



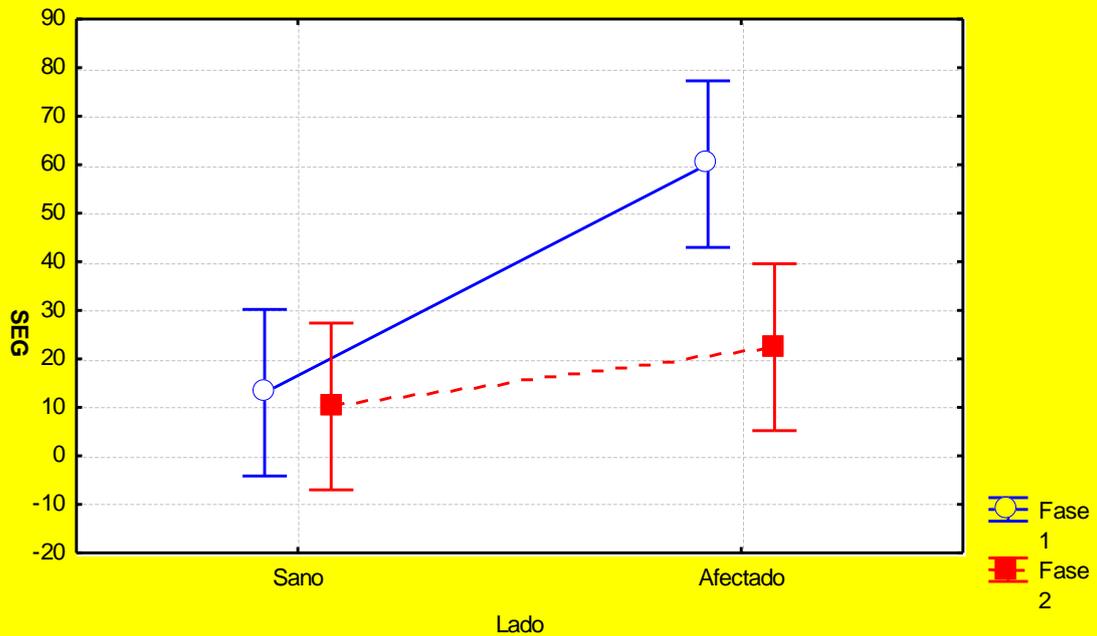
Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

El tiempo de ejecución promedio para levantar y voltear objetos grandes y ligeros disminuyó de manera significativa con una  $p= 0.04663$  después del programa de ejercicio (gráfica 17 y 18).

**GRAFICA 17. RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION  
LADO vs FASE DE TRATAMIENTO  
OBJETOS GRANDES Y LIGEROS**

$F(1, 44)=4.1914, p=.04663$

Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%

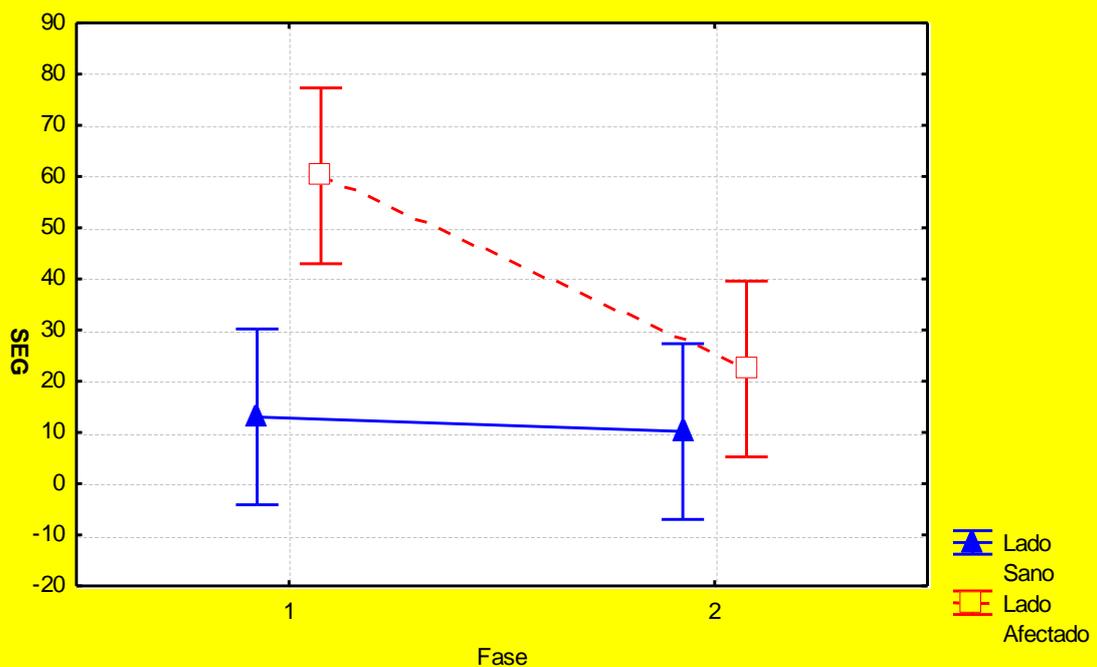


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

**GRAFICA 18. RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION  
FASE vs LADO DE TRATAMIENTO  
OBJETOS GRANDES Y LIGEROS**

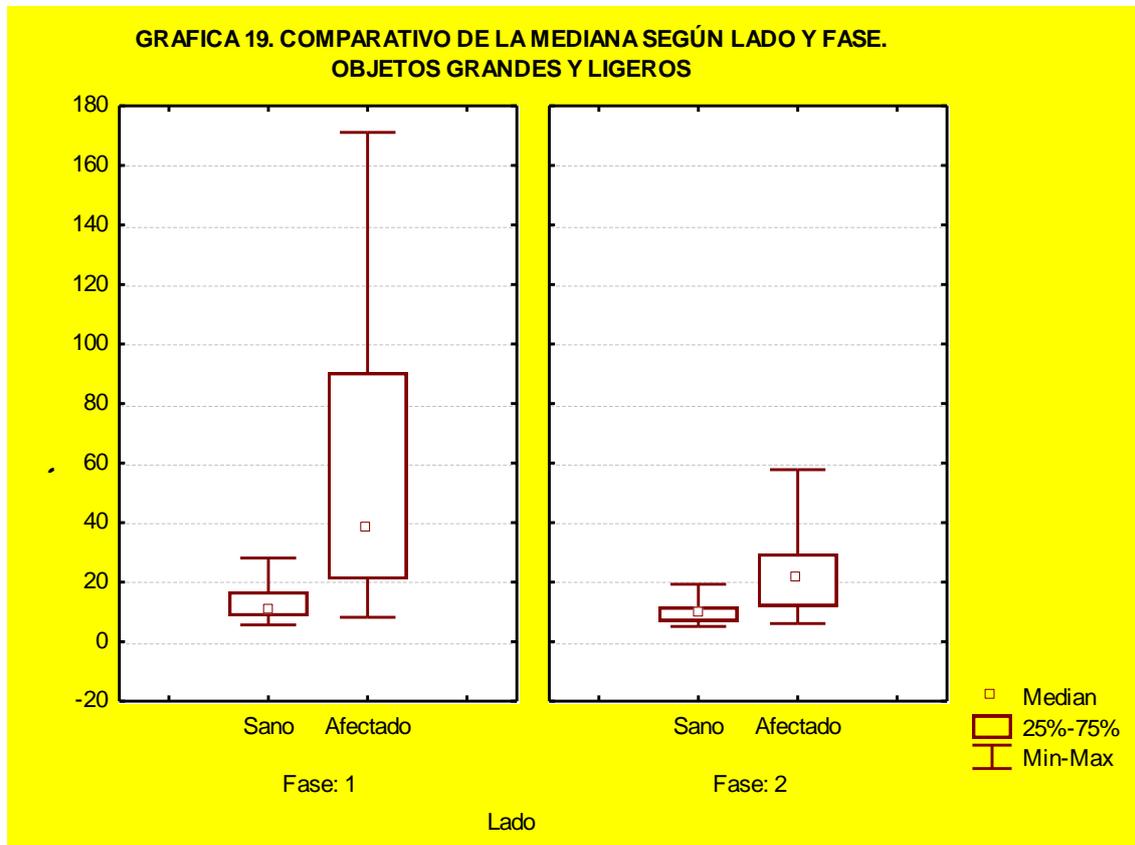
$F(1, 44)=4.1914, p=.04663$

Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%



Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

En la gráfica 19 se observa que la mediana del tiempo de ejecución de levantar y voltear Objetos Grandes y Ligeros disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 38.4 segundos, fase 2= 21.0 segundos).

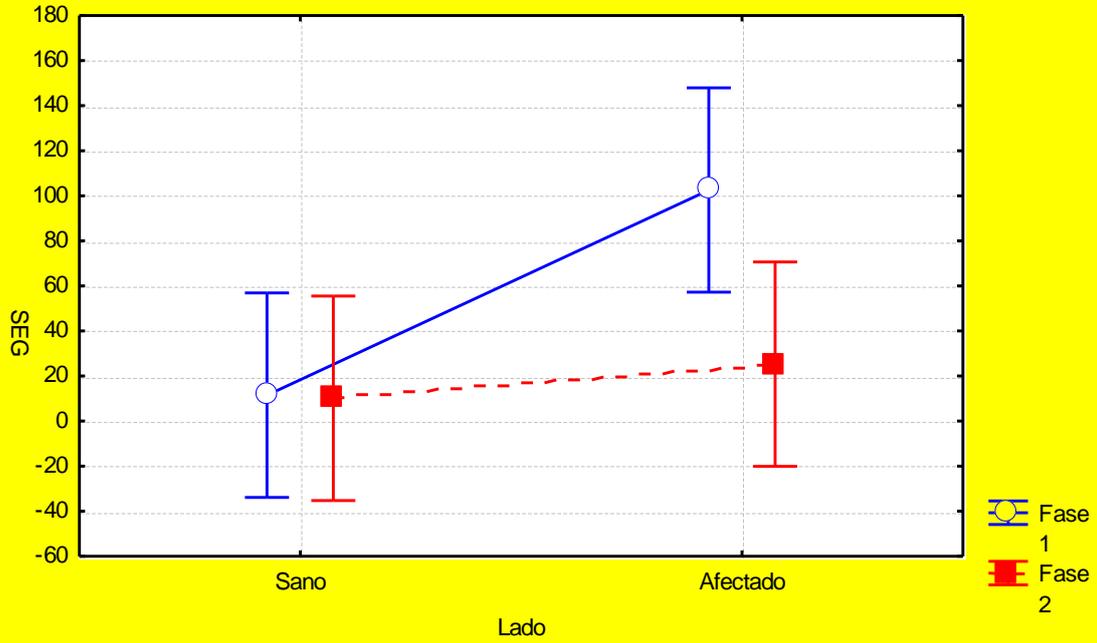


Para levantar y voltear Objetos Grandes y Pesados, el tiempo de ejecución disminuyó de manera no significativa  $p= 0.09892$  (gráfica 20 y 21).

**GRAFICA 20. RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION DE LAS HABILIDADES ESTUDIADAS LADO vs FASE DE TRATAMIENTO OBJETOS GRANDES Y PESADOS**

$F(1, 44)=2.8419, p=.09892$

Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%

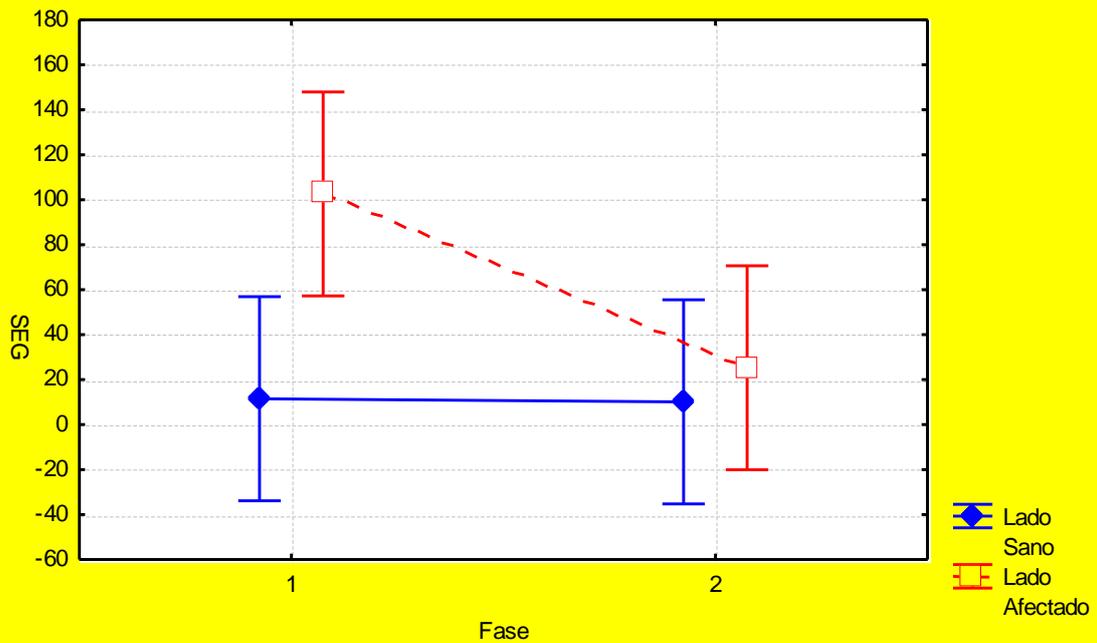


Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

**GRAFICA 21 RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION DE LAS HABILIDADES ESTUDIADAS FASE vs LADO DE TRATAMIENTO OBJETOS GRANDES Y PESADOS**

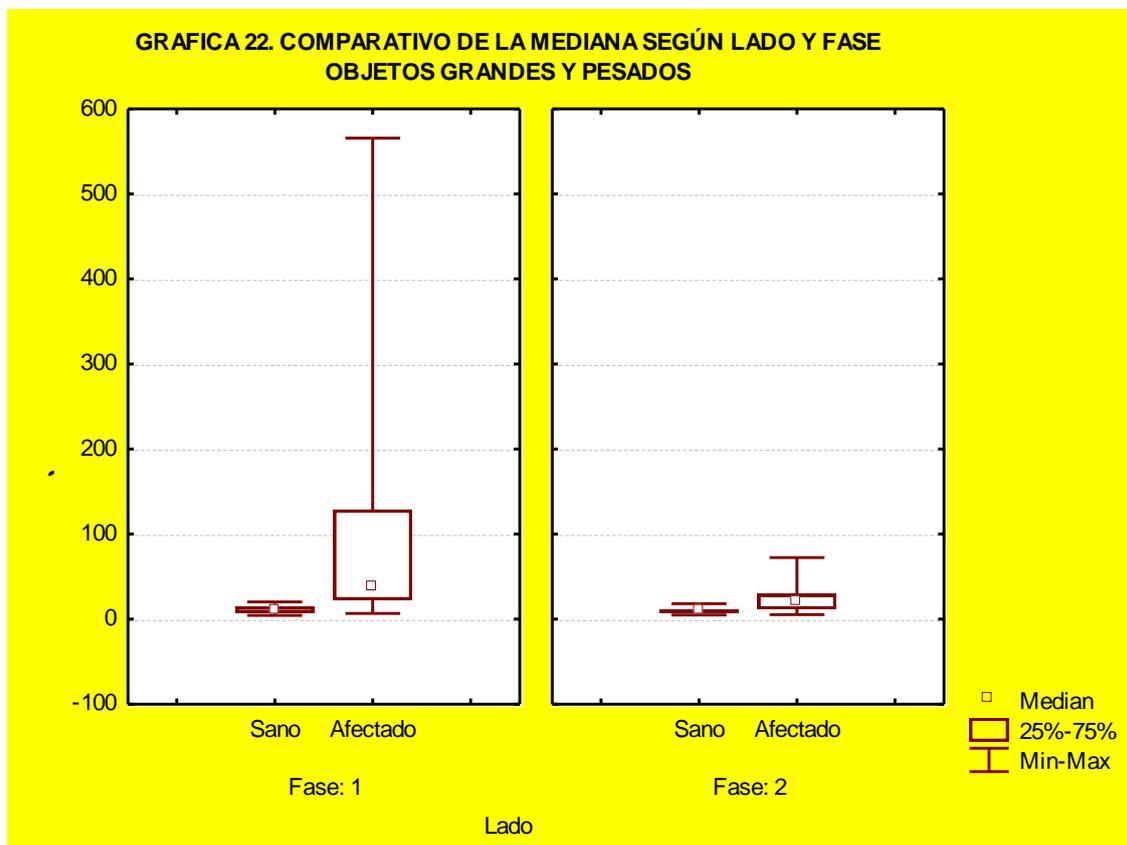
$F(1, 44)=2.8419, p=.09892$

Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%



Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

En la gráfica 22 se observa que la mediana para el tiempo de ejecución para levantar y voltear Objetos grandes y pesados disminuyó después del tratamiento en el lado afectado (fase 1= 39.2 segundos, fase 2= 20.9 segundos).



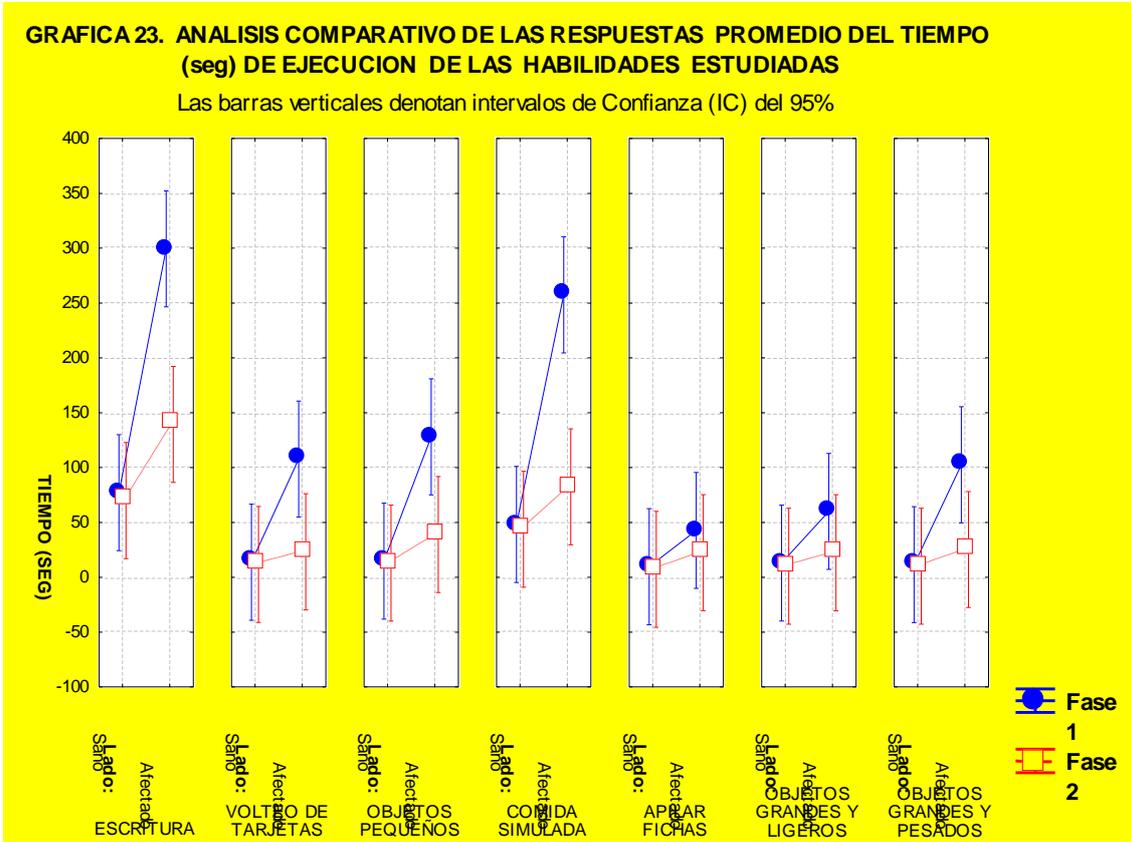
Los valores de significancia estadística combinando los diferentes factores evaluados durante el estudio, producidos por el ANOVA se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. ANOVA DE DOS FACTORES (LADO Y FASE) PARA COMPARAR LA RESPUESTA PROMEDIO DEL TIEMPO DE EJECUCION**

Inferencia estadística	Combinación de factores del ANOVA				
	SS	Grados de Libertad	MS	F	p
Intercept	1249096	1	1249096	144.1264	0.000000
<b>Fase</b>	190101	1	190101	21.9347	0.000004
<b>Lado</b>	427099	1	427099	49.2806	0.000000
<b>HABILIDAD</b>	649673	6	108279	12.4937	0.000000
<b>Fase*Lado</b>	165692	1	165692	19.1182	0.000017
<b>Fase*HABILIDAD EN EL LADO SANO"</b>	62678	6	10446	1.2053	0.303216
<b>Lado*HABILIDAD</b>	155791	6	25965	2.9960	0.007362

Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

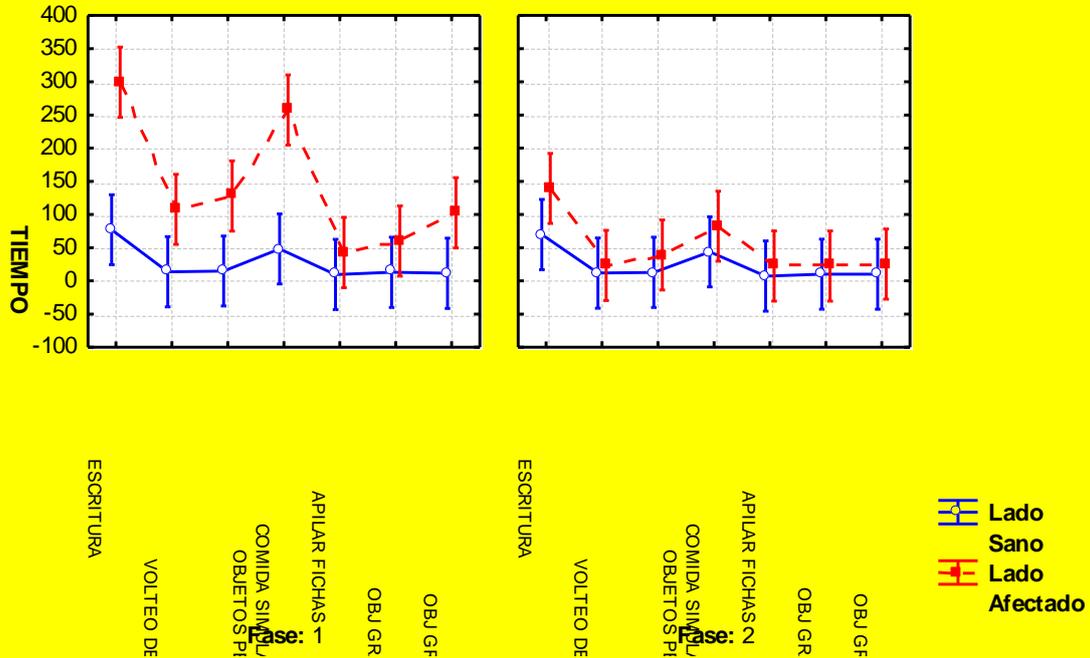
El análisis global del desempeño de cada una de las habilidades en función de la fase y lado también se basó en el ANOVA de 3 factores (tiempo, lado y habilidad). Las siguientes gráficas (23 y 24) muestran este desempeño.



**GRAFICA 24. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS RESPUESTAS PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION DE LAS HABILIDADES ESTUDIADAS FASE INICIAL vs FASE FINAL**

$F(6, 308)=1.0925, p=.36669$

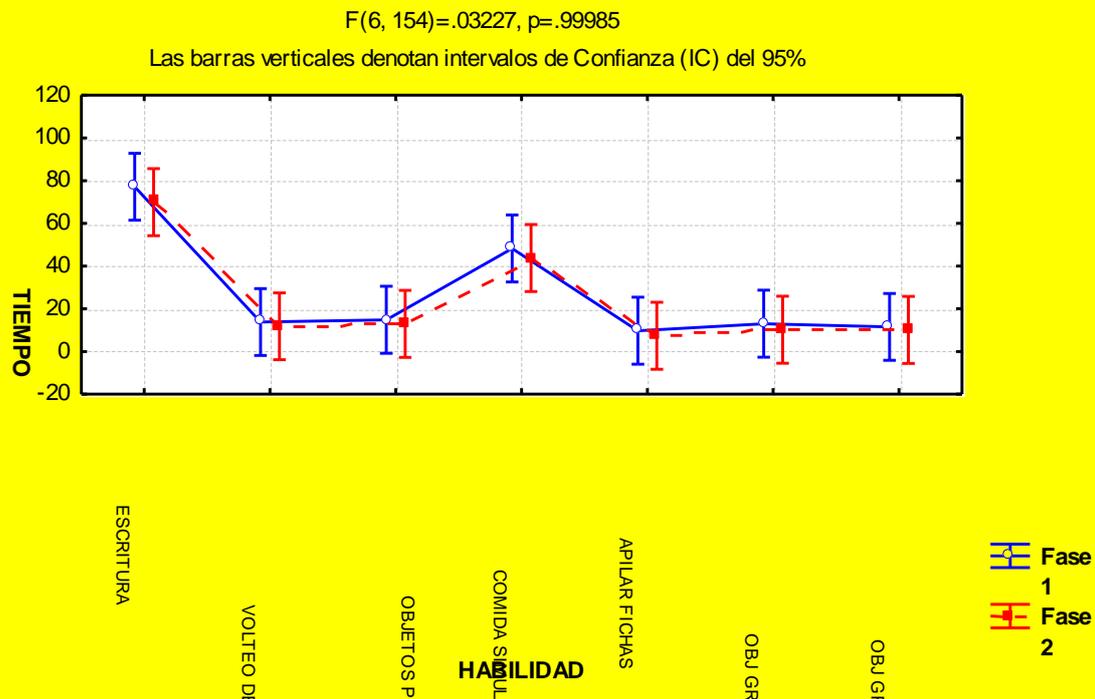
Las barras verticales denotan intervalos de Confianza (IC) del 95%



Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

El desempeño de ejecución del lado sano (que no fue expuesto al tratamiento) no mostró cambios significativos (gráfica 25,  $p= 0.99985$ ) del inicio al fin del programa de entrenamiento.

**GRAFICA 25. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS RESPUESTAS PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION DE LAS HABILIDADES ESTUDIADAS LADO SANO**

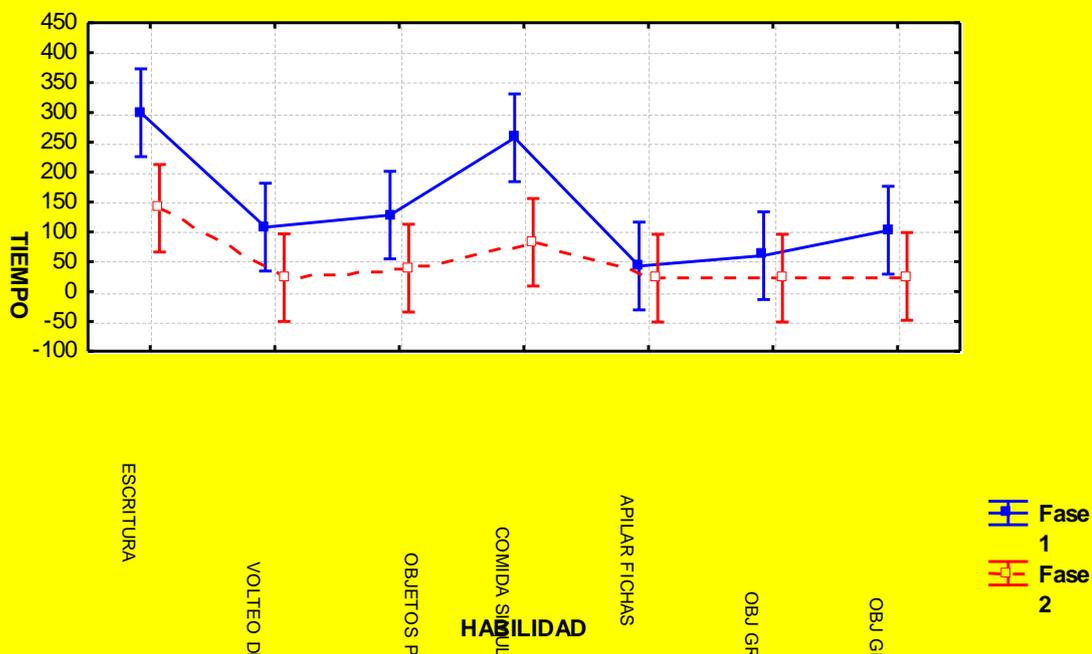


El lado afectado, expuesto al tratamiento, mostró cambios significativos (gráfica 26,  $p = 0.000017$ ) del inicio al final del tratamiento.

**GRAFICA 26. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS RESPUESTAS PROMEDIO DEL TIEMPO (seg) DE EJECUCION DE LAS HABILIDADES ESTUDIADAS LADO AFECTADO**

$F(6, 154)=19.1182, p= 0.000017$

Vertical bars denote 0.95 confidence intervals



Fuente: hoja de base de datos y de análisis estadístico.

Dentro de las observaciones realizadas y no medidas se encontró que dos sujetos del género femenino presentaron dolor de intensidad leve a moderada en hombro y muñeca en la segunda sesión de ejercicio, fueron evaluadas y se determinó que el esfuerzo que realizaban para desarrollar el trabajo isocinético era inadecuado, el dolor desapareció aplicando paquetes de hielo por 8 minutos después de la sesión de ejercicio en dichas articulaciones. Además, los sujetos de la investigación y sus padres reportaron verbalmente durante la aplicación y al final del programa percepciones de aumento en la salud (N:8), aumento en la velocidad de ejecución de las actividades de la vida diaria (N:9), aumento en la fuerza muscular del lado afectado (N:8), satisfacción y gusto por la terapia (N:12), hipertrofia muscular (N:6), disminución de la espasticidad (N:7). También se encontraron percepciones negativas como no haber notado mejoría en general (N:2), fatiga (N:1), que los padres notaron mejoría en la fuerza muscular pero el sujeto de estudio no “utilizaba” el miembro torácico en tratamiento (3).

## VII. DISCUSION

El daño motor en los individuos con parálisis cerebral hemiparésica lleva al uso predominante de la mano no afectada. Esto impide el desarrollo de las habilidades bimanuales y depriva el lado afectado de los estímulos necesarios para el desarrollo normal. Con el paso del tiempo, la propiocepción y la coordinación entre las extremidades se ven también afectadas. Allen y cols.<sup>34</sup> encontraron que los resultados de todo programa de ejercicio en pacientes con PC dependerán de diversos factores positivos como sensación de mejor estado de ánimo, menor fatiga, mayor fuerza muscular, mejoría en la fuerza de las extremidades, mejor control voluntario; o negativas como cansancio físico, lo que coincidió con lo encontrado en este estudio, además de hipertrofia muscular.

Faigenbaum<sup>35</sup> observó que se logran adecuados resultados en los programas de ejercicio que abarquen al menos 20 a 30 minutos con modificaciones al programa de cada individuo cada que sea necesario. En este estudio se encontraron cambios en las habilidades para escribir, comida simulada, levantar y voltear objetos grandes y ligeros con sesiones de duración de 25 a 55 minutos con frecuencia de 3 veces por semana; la duración de cada sesión varió debido a la habilidad e interés de cada sujeto para realizar la terapia.

Andersson y cols.<sup>27</sup> en contraste con la mayoría de los estudios, que reportan buenos resultados con ejercicios de fortalecimiento a pacientes con PC<sup>23,25,26, 36</sup> no encontraron diferencias significativas entre los grupos estudiados.

Damiano<sup>24</sup> aseguró en la Conferencia III STEP que, debido a que las actividades del miembro torácico son predominantemente finas, en ellas la terapia debe dirigirse a “practicar” y que para los miembros pélvicos deberá enfocarse a la “actividad”, lo cierto es que “el tipo de actividad que es necesaria para facilitar la reorganización neural y la recuperación apenas está siendo entendido. Mayor intensidad (en el nivel de activación muscular o número de repeticiones), mayores cambios, el uso de modalidades sensoriales específicas, todos han mostrado estar cercanos a aumentar la plasticidad neural. La promoción de la actividad no es un conflicto con lo ambiental, sin

embargo, para las personas con cambios o necesidades físicas mayores puede ser necesario utilizar equipos computarizados para su entrenamiento o ejercicio". El programa de ejercicios que fue utilizado en este estudio, es un programa con equipo computarizado, dirigido al miembro torácico espástico, que combina la "práctica" (a través de la repetición del uso de herramientas que combinan movimientos de varias articulaciones de manera coordinada que simulan actividades de la vida diaria) con la "actividad" (a través del ejercicio isocinético a velocidades lentas e intermedias logrando mejoría en la fuerza y velocidad de las mismas).

Fowler y cols.<sup>20</sup> revisaron acerca del acondicionamiento físico en personas con PC sin encontrar el tiempo en que los resultados permanecen en cada individuo pues se carece de este reporte o de seguimiento a largo plazo, en este estudio no se pudo establecer debido a falta de seguimiento a largo plazo.

Dodd y cols.<sup>23</sup> reportaron que un programa de fortalecimiento con resistencia no tiene efectos negativos sobre la hipertensión y que en algunos casos existe aumento significativo del arco de movimiento. En este estudio los cambios en el tono muscular y en los arcos de movimiento no tuvieron significancia estadística.

Damiano<sup>30</sup> y Dodd y cols.<sup>2,21</sup> encontraron que sólo dos estudios reportan como efectos adversos del entrenamiento dolor leve; en nuestro estudio, dos sujetos presentaron dolor en hombro y muñeca de intensidad leve a moderada en la segunda sesión de ejercicios y atendiendo a la recomendación de la American Academy of Pediatrics<sup>37</sup> fueron evaluados sin la necesidad de modificar el programa de entrenamiento, el dolor, cedió con la aplicación de hielo posterior al término de cada sesión de entrenamiento.

En el 2001 Damiano y cols.<sup>38</sup> refieren que las velocidades de un programa de entrenamiento con ejercicio isocinético deben ser hechas 1) como una precaución de seguridad para evitar daño potencial a cualquiera de los sujetos quienes pudieran tener una respuesta fuerte, y 2) debido a que los reportes publicados muestran que los niños con espasticidad tienden a mostrar disminución en la respuesta a las velocidades, las velocidades del programa de

ejercicios isocinético aquí expuesto se eligieron de acuerdo a ellos. También hacen énfasis en que se deben explorar las relaciones entre la resistencia, la magnitud y la tasa de cambio en el pico de torque voluntario en el grupo muscular principal y su oponente y su función principal en general, en nuestro estudio no se llevaron mediciones de lo anterior.

Urrialde refiere<sup>29,31</sup> que entre las desventajas del ejercicio isocinético se encuentra que la duración de la sesión puede variar de un individuo a otro, y sólo se puede trabajar con un paciente a la vez además de no ser útil para manejar diferentes articulaciones a la vez pues se llevaría mucho tiempo; en este estudio confirmamos que la variación de la duración de la sesión depende del interés y habilidad de cada individuo y que sólo se puede trabajar con un paciente a la vez, sin embargo, a través del uso de herramientas pudimos trabajar con diferentes articulaciones a la vez mejorando su control, coordinación y fuerza incidiendo significativamente en algunos aspectos de la habilidad manual (escribir, comida simulada, levantar y girar objetos grandes y pequeños), y en las que no hubo significancia, se mejoró el tiempo de ejecución indicando que tal vez con un mayor número de sesiones se lograría significancia estadística.

Sutcliffe y cols<sup>39</sup> encontraron la presencia de plasticidad neuronal en un paciente tratado durante sólo tres semanas con terapia de movimiento inducido forzado al miembro torácico superior espástico de un niño con PC, en este estudio no contamos con los medios para su medición.

## VIII. CONCLUSIONES

- Se cubrieron los objetivos de la investigación.
- El programa de entrenamiento de 15 sesiones con ejercicios de isocinesia a velocidades bajas e intermedias mejora la habilidad manual de lo prepúberes y adolescentes con espasticidad secundaria a PC.
- La habilidad para escribir, comida simulada, levantar y voltear objetos grandes y ligeros mejoró al haber disminución estadísticamente significativa del tiempo de ejecución de cada una de ellas.
- La habilidad para voltear tarjetas, apilar fichas, introducir objetos pequeños a un recipiente, levantar y voltear objetos grandes y pesados fue modificada hacia la mejoría, sin embargo no fue significativo.
- El programa aquí reportado sugiere una alternativa de tratamiento anteriormente no explorada, que puede ser implementada en los centros de Rehabilitación que traten pacientes con Parálisis Cerebral con afección de miembros torácicos reduciendo el tiempo de tratamiento.
- No se realizó seguimiento a largo plazo ni mediciones dinamométricas, se sugiere realizar estudios que lo contemplen.

## **X. ANEXOS**

## ANEXO 1



**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”.**

**HOJA DE CAPTACIÓN DE DATOS**

Número consecutivo:	Fecha de ingreso: / /2008	Sexo: F( ) M( )
Nombre:	Edad: años	
Domicilio:		
Teléfono:	Responsable:	
Tiempo de evolución:	Procedencia:	
Dominancia previa: DIESTRO ( ) ZURDO ( )	Extremidad afectada: DER ( ) IZQ ( )	
Tratamiento actual:		
Fecha de inicio:	Fecha de término:	
Número de sesiones completadas:	Número de inasistencias:	
Notas:		
Valoración inicial(fecha):	Valoración final(fecha):	

**Goniometría**

<b>HOMBRO</b>			<b>CODO</b>			<b>MUÑECA</b>		
Arco	Inicial	Final	Arco	Inicial	Final	Arco	Inicial	Final
Flex			Flex			Flex		
Ext			Ext			Ext		
Abd			Pronac			DR		
Add			Supinac			DU		
RI								
RE								

**Tono muscular**

(con Escala de Ashworth modificada)

Segmento	Inicial	Final
Hombro		
Codo		
Muñeca		

**Escala de Habilidad Manual de Jebsen-Taylor**

Valoración	Miembro torácico sano (tiempo en segundos)		Miembro torácico afectado (tiempo en segundos)	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Escritura				
Volteo de tarjetas				
Objetos pequeños				
Comida simulada				
Apilar fichas				
Objetos grandes y ligeros				
Objetos grandes y pesados				

## ANEXO 2



**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”.**

México, D.F. a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2008

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACION EN EL  
PROTOCOLO TITULADO “EJERCICIOS ISOCINÉTICOS Y HABILIDAD  
MANUAL EN PACIENTES DE 10 A 17 AÑOS DE EDAD CON PARÁLISIS  
CEREBRAL DE TIPO HEMIPARESIA ESPÁSTICA MODERADA”<sup>40,41</sup>**

Debido a que la Parálisis Cerebral es un padecimiento con alto impacto social, familiar y económico, yo \_\_\_\_\_, padre o tutor del (a) menor: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ años de edad, con domicilio en \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_ , hago constar que acepto que mi hijo(a) participe de manera voluntaria en el protocolo titulado “Ejercicios isocinéticos y habilidad manual en pacientes de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica moderada” que tiene como objetivo medir los cambios en la habilidad manual después de aplicar un programa básico de entrenamiento que incluya ejercicios isocinéticos a diferentes velocidades al miembro superior espástico en sujetos de 10 a 17 años de edad con Parálisis Cerebral de tipo hemiparesia espástica moderada, en el C.N.M.A.I.C.R.I.E. “Gaby Brimmer”; a cargo de la investigadora Mariana Paredes Barbosa, médica residente de 3er año de la especialidad en Medicina de Rehabilitación.

Reconozco que se me ha informado de los procedimientos que se seguirán en la investigación, que el beneficio esperado se traduzca en la mejoría en la habilidad manual y que los riesgos a los cuales se somete a mi hijo(a) al participar en ella son mínimos.

Asimismo se me ha hecho saber que puedo retirarme del protocolo en el momento que yo lo desee, sin repercutir esto en la atención a la que puedo seguir siendo sujeto en esta institución; y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con la privacidad de mi hijo(a). Que si se presentara alguna complicación por el procedimiento, seguirá siendo atendido en este Centro.

Me comprometo a que mientras forme parte de dicho protocolo procuraré realizar las actividades solicitadas, y acudiremos a las sesiones de tratamiento, sintiéndome en la libertad de poder realizar las preguntas que surjan durante la realización del mismo, aceptando seguir las indicaciones para la realización de ésta investigación.

---

Firma y nombre del padre o tutor

---

Dra. Mariana Paredes Barbosa  
Médico Residente de Medicina de  
Rehabilitación CNMAICRIE  
Gaby Brimmer. INVESTIGADOR

---

Testigo: nombre y firma  
Domicilio y parentesco con el paciente

---

Testigo: nombre y firma  
Domicilio y parentesco con el paciente

## REFERENCIAS

- 
- <sup>1</sup> Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B, et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2005; 47: 571-6
  - <sup>2</sup> Damiano D, Abel M. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:119-25.
  - <sup>3</sup> O'Neil M, Fragala M, Westcott, Martin, Chiarello L, Valdano J, et al. Physycal therapy clinical management recommendations for children with cerebral palsy spastic diplegia: achieving functional mobility outcomes. *Pediatr Phys Ther* 2006; 18:49-72.
  - <sup>4</sup> Brigas G, Fernández L, Barrera C, Toledo G, Domínguez R. Parálisis cerebral infantil: estudio de 250 casos. *Rev Neurol* 2002; 35 (9): 812-817.
  - <sup>5</sup> Castellanos R, Riesgo R, Castellanos R. Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿un problema ya resuelto?. *Rev Neurol* 2007; 45(2): 110-117.
  - <sup>6</sup> Shapiro B. Cerebral Palsy: a reconceptualization of the spectrum. *J Pediatr* 2004;145:S3-S7
  - <sup>7</sup> Green L, Greenberg G, Hurwitz E. Primary Care of Children with cerebral palsy. *Pediatrics* 2003; 5 (2): 466-491.
  - <sup>8</sup> Secretaría de Salud. Programa Nacional de Salud 2001-2006. México, 2001
  - <sup>9</sup> Censo de la población mexicana 2000. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
  - <sup>10</sup> Santos P, Villa B, García M, León A, Quezada B, Tapia C, et al. La transición epidemiológica de las y los adolescentes en México. *Salud Pública México* 2003: 140-152. Red de Revistas Científicas en América Latina y el Caribe, España y Portugal. <http://redalyc.uaemex.mx>
  - <sup>11</sup> Henderson. Approach to the rehabilitation of spasticity and neuromuscular disorders in children. *Neurol Clin N Am* 2003; 21: 853-881.
  - <sup>12</sup> Young. Spasticity. *Neurology* 2004; suppl9: S12-20.
  - <sup>13</sup> Mayston M, Harrison L, Stephens J. Co-contraction of antagonist muscles during development and in children with cerebral palsy. *J Physiol* 1996; 494-67.
  - <sup>14</sup> Arnould C, Penta M, Renders A, Thonnard J. Abilhands-Kids. A measure of manual ability in children with cerebral palsy. *Neurology* 2004; 63: 1045-1042.

- 
- <sup>15</sup> Bianchin A, Storti S, Chueire F, Lucato R. Prevalencia de la disfunción de la mano en la parálisis cerebral tras la toxina botulínica. *Rev Neurol* 2007; 45 (6): 334-337.
- <sup>16</sup> Majnemer A, Shevell M, Rosenbaum P, Law M, Poulin C. Determinants of life quality in school-age children with cerebral palsy. *J Pediatr* 2007;151:470-5.
- <sup>17</sup> Yam W. Interrater reliability of Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in children with spastic cerebral palsy. *J Child Neurol* 2006;21(12):1031-5.
- <sup>18</sup> Medina S, García P, Gimeno G. Valoración funcional de la mano y muñeca. *Rehabilitación (Madr)* 1996; 30: 15-23.
- <sup>19</sup> Goldestein M. The treatment of cerebral palsy: what we know, what we don't know. *J Pediatr* 2004; 145: S42-S46.
- <sup>20</sup> Fowler E, Knutson L, DeMuth S, Sugi M, Siebert K, Simms V, et al. Pediatric endurance and limb strengthening for children with cerebral palsy (PEDALS) – a randomized controlled trial protocol for a stationary cycling intervention. *BMC Pediatrics* 2007; 7(14): 1-9.
- <sup>21</sup> Dodd K, Taylor N, Graham H. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45(10): 652-657.
- <sup>22</sup> Fowler E, Kolobe T, Damiano D, Torpe D, Morgan D, Brunstrom J, et al. Promotion of physical fitness and prevention of secondary conditions for children with cerebral palsy: section on pediatrics research summit proceedings. *Phys Therap* 2007; 87 (11): 1495-1510.
- <sup>23</sup> Dodd K, Damiano D. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(8): 1157-64
- <sup>24</sup> Damiano D. Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Phys Ther* 2006;86:1534-1540,
- <sup>25</sup> MacPhail H, Kramer J. Effect of isokinetic strength-training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995; 37:763-775.
- <sup>26</sup> McCubbin J, Shasby G. Effects of isokinetic exercise on adolescents with cerebral palsy. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 1985; 2:56-64.
- <sup>27</sup> Andersson C, Grooten W, Hellsten M, et al. Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Dev Med Child Neurol*. 2003; 45: 220-228.

- 
- <sup>28</sup> Fowler E, Ho T, Nwigwe A, Dorey F. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2001; 81:1215-1223.
- <sup>29</sup> Urrialde M. Los isocinéticos y sus conceptos principales. *Fisioterapia* 1998; 20:2-7.
- <sup>30</sup> Damiano DL; Martellotta TL; Sullivan DJ; Granata KP; Abel MF. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(7): 895-900.
- <sup>31</sup> Urrialde M. El trabajo isocinético excéntrico. *Fisioterapia* 1998; 20: 81-90.
- <sup>32</sup> Jordá. Ejercicios isocinéticos. Evaluación y potenciación. *Fisioterapia* 1998; 20: 8-16.
- <sup>33</sup> Secretaría de Salud. Programa de atención a la salud de la adolescencia. México, Secretaría de Salud, 2002.
- <sup>34</sup> Allen J, Dodd K, Taylor N, McBurney H, Larkin H. Strength training can be enjoyable and beneficial for adults with cerebral palsy. *Disab Rehab* 2004; 26(19): 1121-1127.
- <sup>35</sup> Faigenbaum A . Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med* 2000; 19(4): 593-619.
- <sup>36</sup> Taylor N, Dodd K, Damiano D. Progressive resistance exercise in physical therapy: summary of systematic reviews. *Phys Ther* 2005; 85 (11): 1208-1223.
- <sup>37</sup> American Academy of Pediatrics. Committee on Sports Medicine and Fitness. Strength Training by Children and Adolescents. *Pediatrics* 2001, 107 (6): 1470-1472.
- <sup>38</sup> Damiano D, Quinlivan J, Owen B, Shaffrey M, Abel F. Spasticity versus strength in cerebral palsy: relationships among involuntary resistance, voluntary torque, and motor function. *Europ J Neurol* 2001; 8 (Suppl. 5): 40-49.
- <sup>39</sup> Sutcliffe T, Gaetz W, Logan W, Cheyne D, Fehlings D. Cortical reorganization after modified constraint-induced movement therapy in pediatric hemiplegic cerebral palsy. *Jour Child Neurol* 2007; 22(11): 1281-1287.
- <sup>40</sup> De acuerdo a lo normado en la Ley General de Salud. México 2006.
- <sup>41</sup> De acuerdo a lo normado en la Secretaría de Salud. Reglamento General de Salud. México 2006.