



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
“MAGDALENA DE LAS SALINAS”  
UNIDAD DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN REGIÓN NORTE

“PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO  
EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON  
AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR”

T E S I S   D E   P O S G R A D O  
Q U E   P A R A   O B T E N E R   E L   T Í T U L O   D E  
E S P E C I A L I S T A   E N  
M E D I C I N A   D E   R E H A B I L I T A C I Ó N

P R E S E N T A  
D R A . R O C Í O   D E L   P I L A R   V E L A S C O   B E C E R R A



MÉXICO, D.F.

2007



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente tesis está dedicada antes que nada a mis padres, Salvador y Laura, quienes siempre han estado presentes en los momentos grandes de mi vida y sé que seguirán infundiéndome en mí el valor necesario para afrontar nuevos retos.

Agradezco a mis hermanos Martha, Eduardo y Javier por apoyar mis estudios y darme la fuerza necesaria para no desistir en momentos desalentadores.

Hago una mención especial al hombre de mi vida y mi futuro compañero, a Alex, quien ha tenido que soportar mis momentos de tensión y ser mi pañuelo de lágrimas y desahogos, pero que además ha sido una piedra angular y fuente de inspiración para mi superación, “Te amo”.

No puedo olvidar en absoluto a mis segundos padres, mi tío Poncho y mi tía Margarita y darles las gracias por estar allí siempre, escuchar y hacerme recordar que todas nuestras acciones debemos ofrecerlas a Dios.

Agradezco a mis primitos queridos, Mario y Paulina, por brindarme momentos de risas y de alegría durante estos tres años.

También deseo agradecer a la Dra. María Elena Mazadiego por ser una buena amiga y coordinadora, por las facilidades prestadas durante mi estancia en esta unidad y por el apoyo que siempre sentí de parte suya.

A la Dra. Evangelina Pérez Chávez que siempre me recibía con una sonrisa, que me enseñó el lado humanista de la especialidad y me mostró que no debo desalentarme a la primera decepción.

Al Sr. Javier Nieto que gracias a su ayuda y apoyo pude llevar a la realidad la idea que tenía plasmada en mi mente y que era parte fundamental para el desarrollo de esta tesis.

También no podría dejar de hacer mención a Almita, Marce y Silvia por la ayuda, el apoyo y su compañía durante la realización de este trabajo.

A mis queridísimas amigas Hermelinda, Verónica, Fabiola, Lolita y Ana y a mi amigo Fernando, por haber formado junto conmigo uno de los episodios más bellos e interesantes en la historia de mi vida y que espero que continúen formando parte en ella, a todos les deseo el mayor de los éxitos.

De un modo especial agradezco a los que fueron mis R3, a Blanca, Norma y Edgar por el esfuerzo y desempeño dedicado para que buscáramos la superación en nosotros mismos.

A los R2 Angel, Elizabeth, Korinthia y Axel y a los R1, Nelly, Julio, Ricardo, Irina, Jazmín, Dulce y Janeth por darnos momentos de alegría durante nuestro último año de estancia como residentes en nuestra unidad.

Y finalmente y no por eso menos importante agradezco profundamente a Dios por haberme puesto en el sitio que actualmente estoy ocupando en este mundo, doy gracias por el papel que me ha dado y espero con él cumplir todas las expectativas que tiene puestas en mí.

Sinceramente

*Rocío del Pilar Velasco Becerra*

## PENSAMIENTOS

“El valor de una persona se le nota en su actitud. Siendo perseverante en la forma de mejorar el trato con las personas”.

Anónimo

“Es necesario que todo tipo de <<necesitados>> reciban esperanza”.

Juan Pablo II

“La confianza en sí mismo, la actitud positiva y la perseverancia, son los ingredientes básicos para triunfar”.

Anónimo

“El principal deber de las personas sanas hacia todo sufrimiento es respetarlo e incluso en ocasiones, el silencio”.

Juan Pablo II

“Es verdaderamente grande el hombre que quiere aprender algo”.

Juan Pablo II

“Todo sacrificio será recompensado con el éxito”

Anónimo

“A veces hay que tener el coraje de tomar el camino por el que aún no ha transitado nadie”.

Juan Pablo II

## ÍNDICE

| <b>Contenido</b>                 | <b>Página</b> |
|----------------------------------|---------------|
| Introducción .....               | 1             |
| Resumen .....                    | 3             |
| Planteamiento del problema ..... | 4             |
| Antecedentes .....               | 5             |
| Objetivos .....                  | 13            |
| Hipótesis .....                  | 14            |
| Metodología .....                | 15            |
| Resultados .....                 | 21            |
| Análisis .....                   | 33            |
| Discusión .....                  | 35            |
| Conclusiones .....               | 37            |
| Sugerencias .....                | 38            |
| Bibliografía .....               | 39            |
| Anexos .....                     | 42            |
| Glosario de términos .....       | 46            |

## INTRODUCCIÓN

La amputación es una discapacidad que puede afectar a cualquier persona independiente del género, ya sea niño, adolescente, adulto o anciano, y consiste en la pérdida de un segmento corporal a través de un plano óseo o articular, puede involucrar las extremidades superiores y/o las extremidades inferiores.

Como una amputación de la extremidad inferior, se define a la pérdida de un segmento corporal que puede ser a cualquier nivel a partir del hueso coxal, en cadera, fémur, rodilla, tibia, tarso, metatarso o falanges del pie. De acuerdo al sitio seccionado se describirá como hemipelvectomía, desarticulación de cadera, amputación transfemoral o por arriba de rodilla, desarticulación de rodilla, amputación transtibial o por debajo de rodilla, y a nivel del pie podemos mencionar las amputaciones de Syme, Pirogoff, la tarso-metatarsiana o de Lisfranc, la medio-metatarsiana o de Chopart y las parciales del pie, que incluyen la amputación transfalángica o desarticulación interfalángica. En caso de involucrar una o ambas extremidades inferiores se dirá que es uni o bilateral, respectivamente.

En México, en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Norte (U.M.F.R.R.N), en los años 2004 y 2005 un total de 1,446 pacientes presentaron alguna amputación, de los cuales 1,160 (80.2%) fueron del sexo masculino y 286 (19.8%) del femenino. Del total, 448 presentaron alguna amputación transfemoral o transtibial, correspondiendo al 30.9%. Con esto se demuestra que un gran número de los casos atendidos de primera vez en nuestra unidad corresponde a este nivel de amputación siendo de vital importancia su rehabilitación.

El programa integral que se otorga a los pacientes amputados en el periodo preprotésico, dentro de las unidades de rehabilitación, incluye varios apartados, uno de los más importantes consiste en el fortalecimiento de las extremidades remanentes y del muñón. Los programas convencionales para llevar a cabo esta tarea consisten primordialmente de ejercicios isométricos e isotónicos concéntricos y excéntricos. Por lo que nos parece una novedad la implementación del ejercicio isocinético dentro del programa preprotésico, ya que ofrece los beneficios y ventajas de trabajar acorde a los arcos de dolor y fatiga, manejando velocidades “funcionales” y con bajo riesgo de lesiones.

En la revisión de la bibliografía, existen diversos estudios que documentan la implementación del ejercicio isocinético en distintas patologías, desde las que intervienen a nivel de miembros torácicos como en miembros pélvicos, sin embargo, son escasos los estudios que se han llevado a cabo con el empleo del aparato isocinético en conjunto con el paciente amputado.

El objetivo de este estudio es diseñar un programa de rehabilitación completo para el fortalecimiento muscular en el periodo preprotésico de los pacientes con amputación unilateral de la extremidad inferior en el laboratorio de isocinéticos y comparar los resultados con el programa preprotésico convencional.

## RESUMEN

### PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Velasco B.R.P., Pérez C.E., Mazadiego G.M. E.

**OBJETIVO:** Diseñar un programa de fortalecimiento isocinético para amputados de extremidades inferiores comparado con programa convencional.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio cuasi-experimental, en pacientes de ambos sexos, entre 18-60 años, amputación transfemoral o transtibial, con consentimiento informado, excluyendo: amputación bilateral, infección, glucemia  $\geq 200$  mg/dl, inestabilidad articular. Se formaron dos grupos aleatorios: El grupo control recibió tratamiento convencional en mecanoterapia: ejercicios de fortalecimiento isométrico e isotónico y estiramiento del miembro amputado y remanentes. El experimental con ejercicio isocinético, uso de cicloergómetro a velocidades de 120rpm-90rpm-60rpm por 15 minutos, se adaptó una prótesis provisional para compensar el segmento faltante y accionar el pedal. Y uso de CIBEX NORM para potenciación muscular de extensores y abductores de cadera con velocidades de: 60°/seg-90°/seg-120°/seg-150°/seg-180°/seg y en orden decreciente, 10 contracciones a cada velocidad intercalando 20 segundos de descanso, únicamente el miembro amputado. Se hizo valoración al inicio y al final para ambos grupos, clínicamente se registró: rango de movilidad, dolor, fuerza muscular y circunferencia máxima de muñón, en el CIBEX NORM torque y trabajo total. Se utilizó estadística descriptiva y analítica para su análisis.

**RESULTADOS:** Al final el grupo experimental: extensores de cadera, torque  $p$  0.016 y trabajo 0.017; en abductores, torque  $p$  0.005, trabajo 0.010 y potencia 0.003. En el control las  $p$  no fueron significativas ni la potencia de extensores del grupo experimental (0.066). Ambos grupos: mejoría clínica en dolor y sensación de miembro fantasma y conformación de muñón.

**CONCLUSION:** El programa isocinético fue más eficaz que el programa convencional en el fortalecimiento muscular.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿La realización de un programa preprotésico en el laboratorio de isocinéticos es más eficaz en el fortalecimiento del paciente con amputación unilateral de la extremidad inferior que el programa preprotésico convencional que es empleado en la U.M.F.R.R.N.?

## ANTECEDENTES

La amputación es el más antiguo de todos los procedimientos quirúrgicos empleados, ya que existen evidencias de ella en algunos hombres prehistóricos que muestran signos de haber vivido después de haber perdido un miembro. Las primeras noticias sobre amputaciones se tienen de la India en el siglo V de nuestra era, en las técnicas ilustradas de Susrita. Durante la Edad Media, las amputaciones se realizaban sin anestesia, y para conseguir la hemostasia se aplastaba el muñón o se sumergía en aceite hirviendo. Posteriormente se añade el torniquete para esta operación por Morel en el siglo XVII. Durante la I y la II Guerra Mundial, la cantidad elevada de amputados contribuyó a desarrollar la técnica ortopédica; así como a la aparición de nuevos materiales para la elaboración de prótesis.<sup>1-3</sup>

En México, en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Norte (U.M.F.R.R.N), en los años 2004 y 2005 un total de 1,446 pacientes presentaron alguna amputación, de los cuales 1,160 (80.2%) fueron del sexo masculino y 286 (19.8%) del femenino. Del total, 448 presentaron alguna amputación transfemoral o transtibial, correspondiendo al 30.9%. Con esto se demuestra que un gran número de los casos atendidos de primera vez en nuestra unidad corresponde a este nivel de amputación siendo de vital importancia su rehabilitación.

En este momento, las prótesis y órtesis se estiman a un alto costo, por ejemplo, una prótesis para un paciente con amputación transfemoral tiene un costo aproximado de \$30,000.00 a \$35,000.00, y una de extremidades superiores, como lo es, transhumeral, vale alrededor de \$28,000.00, que puede incrementarse de acuerdo a las especificaciones requeridas, por lo que si en un año en el IMSS se presentan un total de 3,722 amputados, es posible suponer el alto costo que representa esta prestación para la institución.

En la actualidad, con la industrialización y el aumento de la velocidad y la variedad de vehículos, se ha incrementado la frecuencia de los accidentes y de las amputaciones en personas en edad productiva.

Mientras que en otros grupos de edad, el aumento de la esperanza de vida junto con los trastornos vasculares y el hábito de fumar, son factores que pueden llevar al empleo de este proceder quirúrgico, principalmente en pacientes de la tercera edad.<sup>3</sup>

En el estudio de la clínica *Campbell* el 75% de los pacientes amputados son del sexo masculino; su incidencia es mayor en pacientes de la tercera edad (mayores de 60 años) consecuencia de la enfermedad vascular periférica que se complica con gangrena, este tipo de amputaciones representa el 80% del total de las amputaciones, con mayor presentación en extremidades inferiores con una relación 9:1.<sup>1,3-4</sup>

Los factores de riesgo en la mayoría de los casos son el hábito de fumar entre los hombres y de *diabetes mellitus* en las mujeres, otra causa frecuente es la ingesta moderada a severa de alcohol.<sup>4</sup>

Con la microangiopatía, actualmente, las amputaciones de las extremidades inferiores son más frecuentes en los casos de *diabetes mellitus* con evolución que data de más de 10 años. La mayor incidencia se encuentra entre los 70 a 79 años de edad y predomina en el sexo femenino. El “pie diabético” resulta de lesiones vasculares periféricas que reducen el aporte sanguíneo y propician la neuropatía que lleva a la disminución de la sensibilidad y deformación evidente del pie. Esto propicia daños severos, úlceras, gangrena, infección y, finalmente la amputación.<sup>1,5</sup>

En un menor número de casos, se presentan por tumores óseos malignos de origen mesenquimatoso, con mayor afección a la porción distal del fémur y la tibia proximal (70%).<sup>6</sup>

Las actividades de rehabilitación ya sean psíquicas, físicas o sociales requieren de un equipo de trabajo especializado para mejorar el nivel de vida del amputado.

La rehabilitación física del amputado comienza con la valoración de las capacidades funcionales del individuo.<sup>1</sup>

El dolor después de la amputación puede resultar difícil de tratar. Algunas terapias para el alivio del dolor incluyen las siguientes:<sup>9</sup>

1. Terapia física, ejercicios y tratamientos relacionados
2. Técnicas de relajación y tratamiento del estrés
3. Fármacos anti-inflamatorios
4. Medicamentos complementarios, incluidos los antidepresivos y tranquilizantes
5. Analgésicos orales opioides
6. Relajantes musculares

El edema ocurre dentro de la extremidad residual como mecanismo de defensa del cuerpo asociado con la inflamación. Su tratamiento es relativamente simple: la compresión aplicada en la forma de un vendaje de la extremidad residual, reductores o prendas de presión; la elevación de la extremidad por arriba del corazón, y la actividad puede tener un efecto muy positivo, ya que las contracciones de los músculos ayudan a mover los fluidos fuera del músculo y otros tejidos circundantes.

El sitio de la incisión quirúrgica debe sanar antes de tomar el molde y adaptar un socket. Generalmente la mayoría de las suturas o grapas son retiradas entre los 10 a 21 días, después de la cirugía, dependiendo del individuo.<sup>8</sup>

Ya que las heridas quirúrgicas han sanado, un 80% de todos los amputados experimenta dolor en el miembro amputado y en la parte que ahora les falta, esta clase de dolor se llama, "dolor fantasma". La sensación fantasma, por otro lado, no es sólo la sensación de sentir un miembro que ya no está presente, sino que incluye sensaciones de hormigueo, presión, quemazón y dolor intenso. Se cree que el dolor fantasma tiene su origen en los extremos distales de las fibras nerviosas dañadas donde se han formado neuromas.

Postquirúrgicamente, un buen programa de rehabilitación debe incluir estiramiento de las extremidades superior e inferior y además un programa cardiovascular bien planeado. Los requerimientos de energía metabólica para caminar con una prótesis son mayores que durante la marcha normal y, por consiguiente, requiere preparación y entrenamiento.

El equipo de rehabilitación determinará el momento de la adaptación protésica de acuerdo a su evolución, los factores que determinan el estado de una persona para recibir una prótesis son relativamente sencillos: debe tener una condición de salud aceptable, un nivel mínimo de acondicionamiento físico y extremidades remanentes y muñón funcionales.<sup>8</sup>

El tiempo promedio en que el paciente reúne las condiciones generales de las extremidades remanentes y del muñón es de 3 semanas con seguimiento rehabilitatorio adecuado.

Las escalas de valoración funcional nos ayudan a medir los logros obtenidos con el tratamiento rehabilitatorio, suponen una valoración clínica del estado funcional previo al tratamiento, un seguimiento del mismo y la verificación de los objetivos y metas prefijadas.<sup>6</sup>

Uno de los objetivos primordiales en el tratamiento preprotésico, independiente del dolor y del edema, es el fortalecimiento muscular de las extremidades residuales y del propio muñón, el cual se logra con ejercicios isométricos e isotónicos concéntrico y excéntricos, sin embargo, éstos no están preestablecidos, ya que los protocolos varían de acuerdo al terapeuta que los aplique. Por lo que nos parece una novedad la implementación del ejercicio isocinético dentro del programa preprotésico, ya que ofrece los beneficios y ventajas de trabajar acorde a los arcos de dolor y fatiga, con protocolos bien establecidos, manejando velocidades “funcionales” y con bajo riesgo de lesiones.

El ejercicio isocinético implica una velocidad de ejecución constante y acomodada a la tensión (resistencia) muscular desarrollada por el sujeto. El concepto de resistencia desaparece y el único valor de trabajo que utilizamos es la velocidad de trabajo, la cual, para mantenerse a lo largo de todo el recorrido impuesto a la articulación, debe implicar una tensión muscular máxima a lo largo de todo el recorrido de trabajo o, en término isocinéticos, “rango de movilidad” (ROM).

El primer ergómetro isocinético fue realizado por Levin y Gimán en el año de 1927 para la determinación de las propiedades viscoelásticas del músculo animal. En 1965, el norteamericano, James Perrine, construyó el primer ergómetro isocinético para el hombre y permitió la medición del momento de fuerza en un ámbito de velocidad angular comprendido entre los 0°/s y los 180°/s.

En 1968, el concepto de isocinesia fue propuesto por Perrine y Hislop, como la posibilidad de desarrollar una contracción muscular máxima a una velocidad constante en toda la amplitud del movimiento.<sup>8</sup>

Como el movimiento articular se efectúa alrededor de un centro de giro y por medio de un eje monoaxial se considera al mismo un *movimiento angular*, siendo medido en la magnitud apropiada, como es *grado/segundo* ( $^{\circ}/seg$ ).

En el trabajo isocinético el ROM será mantenido a pesar de la fatiga muscular al acomodarse la resistencia a la tensión ejercida contra el dinamómetro, que a modo de par de fuerzas mecánicas se expresa en el concepto *momento o torque* y cuya expresión de medida es el *Newton-metro* ( $Nm$ ).<sup>12</sup>

En los sistemas isocinéticos la resistencia es variable, no aparece hasta que se consigue la velocidad preseleccionada y desde ese momento es igual a la fuerza que se le aplica, por tanto no acumula energía potencial y se acomoda a la fatiga, como al dolor, en cuanto se reduce la velocidad deja de existir resistencia.

Como ya se dijo, la velocidad es preseleccionada, permitiendo hoy día altas velocidades de hasta  $500^{\circ}/s$ , más fisiológicas que las lentas velocidades a las que se suelen realizar los isotónicos, mejorando el reclutamiento muscular.<sup>11</sup>

Dentro de las ventajas de los ejercicios isocinéticos se encuentra que la resistencia es igual a la fuerza aplicada, la velocidad utilizada se acerca a valores funcionales, existen mialgias postesfuerzo mínimas, analiza torque, trabajo y potencia a diversas velocidades, es objetivo al 100%, el riesgo de lesiones es bajo, no requiere cambios de pesos y es bien aceptado por los pacientes.

Se indica cuando existe debilidad, mala condición física, falta de equilibrio de tronco. Y se contraindica en lesiones de tejidos blandos, cuando hay dolor severo, con ROMs extremadamente limitados, en articulación inestable, lesiones cardiovasculares y derrame articular severo, entre otros.

Para diseñar un programa de rehabilitación con ejercicios isocinéticos debemos conocer el estado en que se encuentra el paciente mediante un análisis subjetivo y el historial del paciente. La comprensión de la mecánica de la lesión normalmente nos proporciona las indicaciones y contraindicaciones útiles para el diseño del programa de ejercicios.

Para analizar el progreso del paciente a lo largo del programa, se pueden valorar continuamente los síntomas y signos.

| Criterios subjetivos (síntomas)  | Criterios objetivos (signos)  |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dolor</li> <li>2. Rigidez</li> <li>3. Cambios funcionales</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medidas antropométricas</li> <li>2. Medidas goniométricas</li> <li>3. Cambios en la temperatura cutánea</li> <li>4. Enrojecimiento</li> <li>5. Examen manual muscular</li> <li>6. Valoración isocinética</li> <li>7. Reclutamiento funcional</li> </ol> |

El espectro de velocidades se divide en: velocidades lentas, intermedias y rápidas.

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Velocidades lentas:      | 0°/seg a 60°/seg    |
| Velocidades intermedias: | 60°/seg a 180°/seg  |
| Velocidades rápidas:     | 180°/seg a 300°/seg |

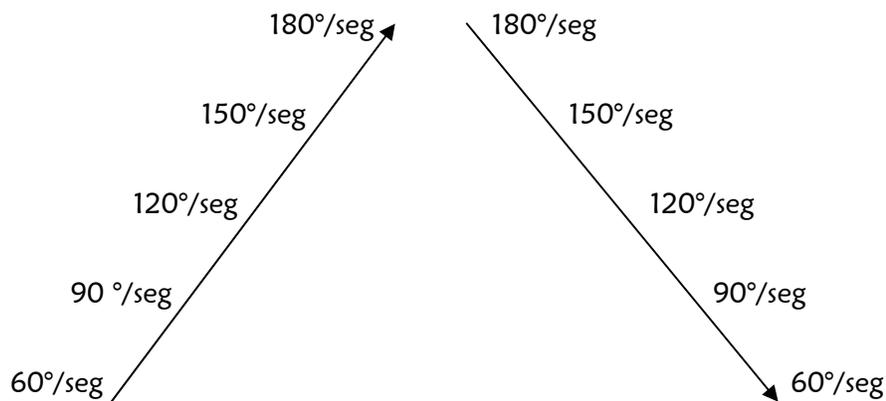
La mayoría de los ejercicios isocinéticos de arco corto, se realizan a velocidades intermedias: 60°/seg - 180°/seg. La mayoría de los ejercicios isocinéticos de arco completo se realizan a velocidades rápidas desde 180°/seg hasta 300°/seg.

La velocidad empleada es aquella a la que el paciente al realizar los ejercicios nota la aplicación de empuje. Es decir, aquella velocidad a la cual el paciente puede producir fuerza. El paciente debe ser capaz de acelerar la extremidad para poder realizar los ejercicios lo suficientemente rápido para alcanzar la velocidad isocinética prefijada; de otro modo, el paciente terminaría haciendo un ROM activo, pero no una verdadera carga isocinética.

En el caso de nuestro estudio se realizará una modificación de ambos tipos de ejercicios. Se realizarán ejercicios isocinéticos de arco incompleto con ROM mayor del 50% pero a velocidades intermedias basado en el hecho de que se estará trabajando con pacientes con amputación, cuya longitud de la extremidad residual variará y por tanto, su brazo de palanca; de tal modo que al estar el paciente preparado en el aparato isocinético, la colocación de los cinchos estabilizadores y del brazo de resistencia limita el arco activo evitando que éste pueda llevarse a efecto en forma completa, pese a que activa y pasivamente éstos se encuentren completos al explorar al paciente.

Se utiliza un programa de rehabilitación en el espectro de velocidades, esto es, que el paciente realiza 10 repeticiones a cada velocidad del espectro de velocidades, logrando así un total de 100 repeticiones.

Se realizan ejercicios cada 30°/seg en el espectro de velocidades debido a la especificidad y a la potenciación fisiológica.



Todavía no hay ningún estudio sobre los isocinéticos que demuestre cuál es número óptimo de repeticiones en cada serie o en un programa con espectro de velocidades.

El paciente normalmente realiza los ejercicios de 60°/seg a 180°/seg porque se piensa que éstas pueden mejorar la resistencia de una contracción isocinética a una velocidad intermedia lenta antes de progresar hasta otra velocidad intermedia mayor.

El tiempo óptimo de descanso entre las repeticiones, las series y las series múltiples usando el espectro de velocidades todavía no se ha establecido. Actualmente se están realizando algunos estudios para determinar dicho tiempo.

Usamos un programa de rehabilitación en un circuito de entrenamiento. Es decir, el paciente realiza ejercicios de calentamiento y recibe un efecto de entrenamiento cardiovascular a partir de un programa en cicloergómetro (FITRON) inicial. Después realiza el programa de espectro de velocidades en el CIBEX NORM, y finaliza con ejercicios de estiramiento y propioceptivos de balanceo y equilibrio.<sup>27</sup>

## **OBJETIVOS**

### General:

1. Diseñar un programa de fortalecimiento preprotésico para pacientes con amputación unilateral transfemoral o transtibial con el empleo de ejercicios isocinéticos.
2. Comparar el programa de preparación preprotésica para pacientes con amputación unilateral transfemoral o transtibial con ejercicios isocinéticos con el programa preprotésico convencional.

### Específicos:

1. Determinar el grado de fuerza muscular (trabajo, torque y potencia) en pacientes amputados tratados con un programa de fortalecimiento en el laboratorio de isocinéticos.
2. Determinar el grado de fuerza muscular (trabajo, torque y potencia) en pacientes amputados manejados con el programa convencional.
3. Identificar el rango de movimiento antes y después de haber sido sometido a un programa preprotésico en el laboratorio de isocinéticos.
4. Identificar el rango de movimiento antes y después de haber sido sometido al programa preprotésico convencional.
5. Determinar el nivel de dolor en pacientes amputados tratados con ejercicio isocinético antes y después de haber sido sometido a éste.
6. Determinar el nivel de dolor en pacientes amputados tratados con programa convencional antes y después de haber sido sometido a éste.

## **HIPÓTESIS**

Un programa preprotésico con ejercicio isocinético es más eficaz en el fortalecimiento del paciente con amputación unilateral de las extremidades inferiores que el programa preprotésico convencional.

## METODOLOGÍA

El presente estudio fue realizado en la U.M.F.R.R.N., siendo de tipo cuasi experimental: prospectivo, comparativo, prolectivo, longitudinal, abierto.

Se ingresaron al estudio los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión: amputación transfemoral o transtibial unilateral, sexo indistinto, edades entre 18 a 60 años y que aceptaron participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado (anexo III).

Se excluyeron los pacientes con amputación bilateral, posoperados con menos de 15 días de evolución, glucemia mayor de 200 mg/dl, proceso infeccioso y/o inestabilidad articular en la extremidad inferior amputada.

Se eliminaron los pacientes que no cumplieron con todas las valoraciones requeridas, y aquellos que no asistieron al 80% de las sesiones de tratamiento.

Se seleccionó en forma aleatoria el grupo al que perteneció cada uno de ellos, y se registraron los datos de cada paciente en el formato de captación de datos (anexo IV).

En la primera valoración del paciente, se les realizó historia clínica y exploración física (graduación de dolor mediante escala visual análoga (anexo I) y de la fuerza mediante la clasificación de Lovett (anexo II)), con captura de la información en hoja de datos (anexo IV). Después valoración isocinética inicial con presión arterial, peso y talla. Posteriormente se realizó calentamiento en cicloergómetro (FITRON) por 5 minutos a velocidad libre, y a continuación se les colocó en el equipo CIBEX NORM en la posición adecuada, para obtener pico de torque, potencia y trabajo en músculos flexores, extensores, abductores y aductores de cadera, realizando 5 contracciones musculares isocinéticas a velocidades de 30°/s, 60°/s, y 10 contracciones a 90°/s o 150°/s.

Se valoró la presencia de contracturas en el miembro remanente de todos los pacientes y únicamente en el lado amputado de los pacientes con amputación transtibial:

- a) Para psoas iliaco, *maniobra de Thomas*: Paciente en decúbito supino con las caderas extendidas y las rodillas flexionadas en el borde de la mesa, se lleva una rodilla al pecho en flexión, ayudándose con las manos. El explorador mide la distancia del muslo contralateral a la mesa de exploración.
- b) Para cintilla iliotibial, *maniobra de Ober*: Paciente en decúbito lateral, con la cadera y rodilla que están apoyadas flexionadas. El examinador se sitúa detrás, fija la pelvis con una mano y toma el tobillo de la pierna superior con la otra, flexiona la rodilla a 90°, extiende la cadera totalmente y la aduce, y mide la distancia de la rodilla a la mesa.
- c) Para aductores de cadera: Paciente sentado con las caderas en flexión, abducción y rotación externa, rodillas flexionadas y la planta de los pies juntos. El explorador mide la distancia de la rodilla a la mesa de exploración.
- d) Para cuádriceps: *maniobra de Ely*: Paciente en decúbito prono. El examinador flexiona lentamente la rodilla hasta que nota la resistencia del músculo. Debe mantener una flexión libre de 135° sin extender la cadera, el talón debe llegar a la nalga.
- e) Para isquiotibiales: Paciente en decúbito supino con cadera y rodilla flexionada. El examinador extiende lentamente la rodilla hasta que note la resistencia del músculo.
- f) Para tríceps sural (sólo en el miembro remanente de todos los pacientes): Paciente en decúbito supino con la rodilla totalmente extendida. El examinador invierte el pie y dorsiflexiona el tobillo, debe conseguirse una flexión dorsal de 20°.

Se dividieron los pacientes en dos grupos, un grupo control que realizaría el programa convencional y un grupo experimental que se sometería al programa isocinético.

Los pacientes asignados al grupo control recibieron 30 sesiones de tratamiento de una hora de duración, el cual consistía en mejoría de los arcos de movilidad, ejercicios de estiramiento, ejercicios de fortalecimiento isotónicos concéntricos, isotónicos excéntricos e isométricos tanto de extremidades inferiores como de las superiores llevados a cabo en colchones.

Los pacientes asignados al grupo experimental recibieron 30 sesiones de tratamiento de una hora de duración, el cual consistía en ejercicios de fortalecimiento isocinético de extremidades inferiores, ejercicios de estiramiento y equilibrio, con las siguientes características:

- Ambas extremidades inferiores realizaron ejercicio isocinético en el cicloergómetro (FITRON) a velocidades de 120 rpm, 90 rpm y 60 rpm por 5 minutos cada una, utilizando una prótesis provisional ajustable a cada paciente para alcanzar el pedal en el lado amputado (*Ver anexos: imagen 1 y 2*).
- Protocolo de potenciación muscular con espectro de velocidades para músculos extensores, flexores, abductores y aductores de cadera con equipo CIBEX NORM: 60°/seg, 90°/seg, 120°/seg, 150°/s, 180°/s y las mismas velocidades angulares en orden decreciente, diez repeticiones a cada una de ellas con descanso entre cada una de 20 segundos. Trabajando únicamente con el miembro pélvico amputado (*ver anexos: imagen 3*).
- Al término de la sesión se realizaban ejercicios de estiramiento para psoas iliaco, aductores de cadera, isquiotibiales, cuádriceps, tríceps sural, sostenido por 6 segundos con 10 repeticiones.

Al término del tratamiento los pacientes fueron reevaluados clínicamente y con el equipo CIBEX NORM como se realizó en un inicio.

Se utilizó estadística descriptiva para estimar la media y la desviación estándar. Y estadística analítica para contrastar las hipótesis de trabajo, estimándose la diferencia entre ambos grupos.

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE  
PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**



**Imagen 1.** Paciente con amputación transtibial ejercitando en cicloergómetro (FITRON) con empleo de prótesis provisional.

## PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR



**Imagen 2.** Paciente con amputación transfemoral ejercitando en cicloergómetro (FITRON) con empleo de prótesis provisional

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE  
PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**



**Imagen 3.** Paciente con amputación transtibial ejercitando con CIBEX NORM

## RESULTADOS

Se estudió un total de 18 pacientes, 9 del grupo control y 9 en el experimental, de los cuales 17 pertenecieron al sexo masculino y 1 al femenino (gráfica 1). El promedio de edad para el grupo control fue de 45.7 años (rango de los 38 a 60 años) y para el grupo experimental de 43.9 años (rango de los 29 a los 53 años) (gráfica 2).

De los 18 pacientes, 12 (66.6%) con amputación transfemoral y los 6 restantes (33.3%) transtibial (gráfica 5). Para cada grupo correspondieron 6 transfemoral y 3 transtibial.

La amputación en el grupo experimental fue de 5 transfemorales derechos y 1 izquierdo; transtibiales 2 derechos y 1 izquierdo. En el grupo control a nivel transfemoral derecho fueron 3, y 3 izquierdos, y para el nivel transtibial 2 derechos y 1 izquierdo (gráfica 6).

El control de glucemia tomado durante la historia clínica oscilaba en 125.3 para el grupo control y en 119.49 para el grupo experimental.

La talla promedio fue de 166 cm para el grupo control y de 165 cm para el experimental (gráfica 3).

La etiología de las amputaciones en orden de frecuencia fue de 9 (50%) por necrobiosis diabética, 5 (27.7%) traumática, 2 (22.2%) secundaria a quemadura eléctrica y 2 (22.2%) por complicación vascular. En el grupo control, 5 por necrobiosis diabética (55.5%); mientras que en el grupo experimental fue igual por necrobiosis diabética como por la traumática, 4 y 4 pacientes (44.4%) respectivamente (gráfica 4).

En ambos grupos se observó incremento del peso corporal al término del entrenamiento preprotésico con una ganancia promedio de 3.3 kg en forma general (gráfica 7).

En cuanto al muñón, al inicio 11 tenían muñón rectangular, 4 redondeado, y 3 irregular, en la valoración final se apreció modificación en su forma ya que 10 terminaron con muñón rectangular y 8 con muñón redondeado, ninguno con forma irregular.

Al inicio, el 94.4% de los pacientes referían sensación de miembro fantasma y al término del tratamiento sólo el 61.1% persistía con la sensación. En ambos grupos se apreció una reducción de la sensación del 33.3% (gráfica 8).

El 33.3% del grupo control y el 22.2% del grupo experimental referían dolor en el miembro fantasma al inicio del estudio. Al término el 22.2% del grupo control continuó con dolor y remitió en el 100% del grupo experimental (gráfica 9).

Ambos grupos presentaron mejoría clínica en la fuerza de los músculos extensores y abductores de cadera a la valoración subjetiva mediante el examen manual muscular (gráficas 12 y 13).

En cuanto a la valoración mediante isocinéticos en ambos grupos se observaron resultados con mejoría de la evaluación inicial con la final, valorando los extensores a una velocidad de 60°/seg, al grupo control se le encontró con una *p* al torque de 0.098, al trabajo de 0.118 y a la potencia de 0.078 (gráfica 14), mientras que para el grupo experimental se apreció una *p* al torque de 0.016, al trabajo de 0.017 y a la potencia de 0.066 (gráfica 15).

Al valorar los músculos abductores a la misma velocidad se encontró para el grupo control una *p* al torque de 0.078, al trabajo de 0.097 y a la potencia de 0.053 (gráfica 16), y para el grupo experimental se aprecia una *p* de 0.005 para torque, de 0.010 para el trabajo y de 0.003 para la potencia (gráfica 17).

Comparando el porcentaje de progresión entre ambos grupos se aprecia el siguiente resultado de *p* (cuadro I) (gráficas 18 y 19).

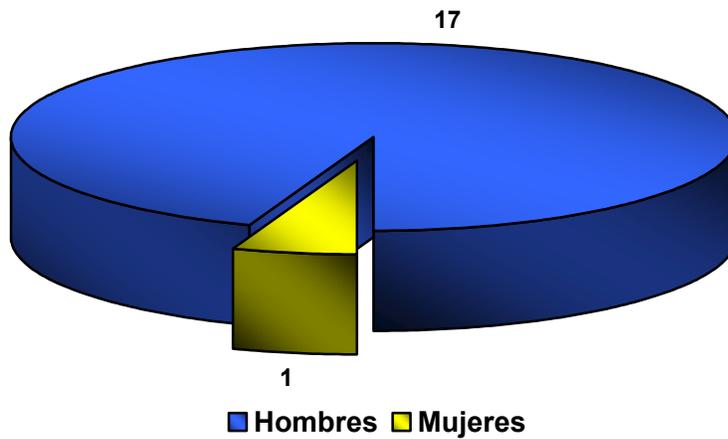
| TORQUE     |       |            |       | TRABAJO    |       |            |       | POTENCIA   |       |            |       |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Extensores |       | Abductores |       | Extensores |       | Abductores |       | Extensores |       | Abductores |       |
| 30°        | 150°  | 60°        | 180°  | 30°        | 150°  | 60°        | 180°  | 30°        | 150°  | 60°        | 180°  |
| 0.692      | 0.557 | 0.174      | 0.505 | 0.555      | 0.370 | 0.456      | 0.945 | 0.798      | 0.572 | 0.192      | 0.434 |

Cuadro I. Análisis del porcentaje de progresión entre el grupo control y el grupo experimental.

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA  
DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**

Gráfica 1

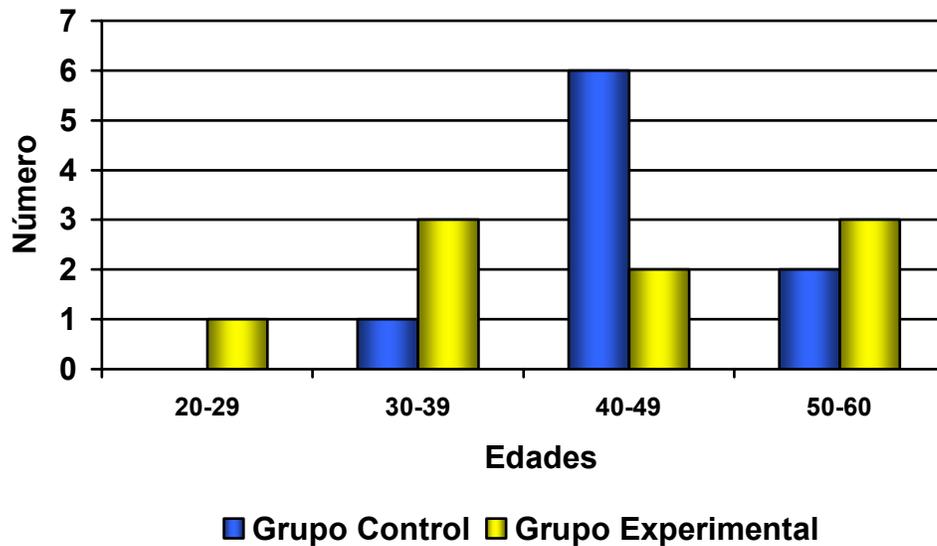
**Sexo de los Pacientes**



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 2

**Distribución por Edad**

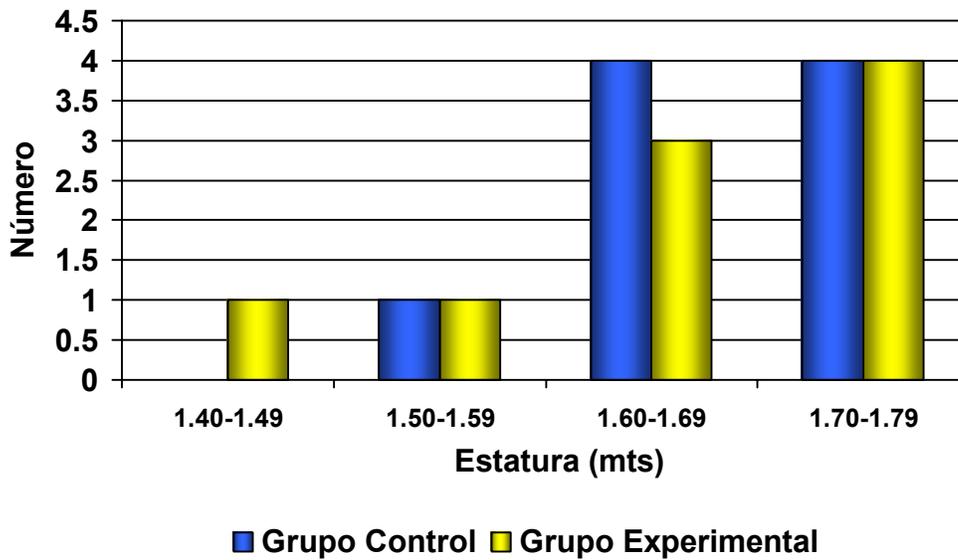


FUENTE: HCDRPVB

# PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 3

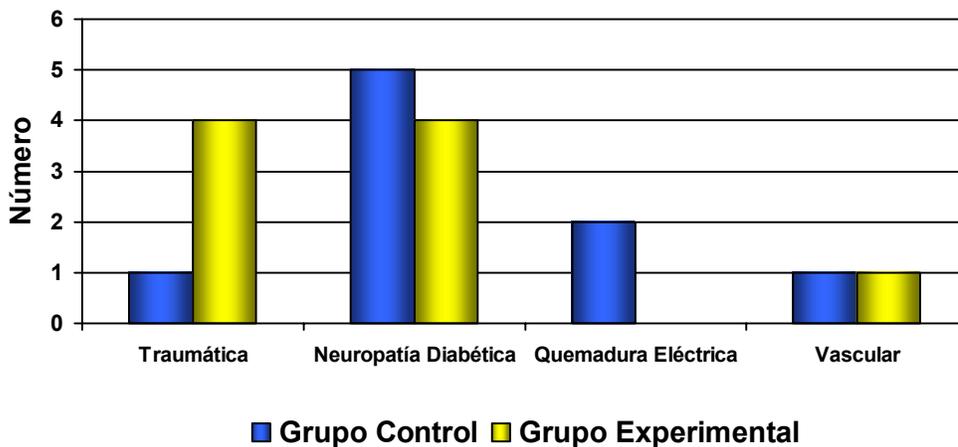
## Distribución por Talla



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 4

## Causa de la Amputación

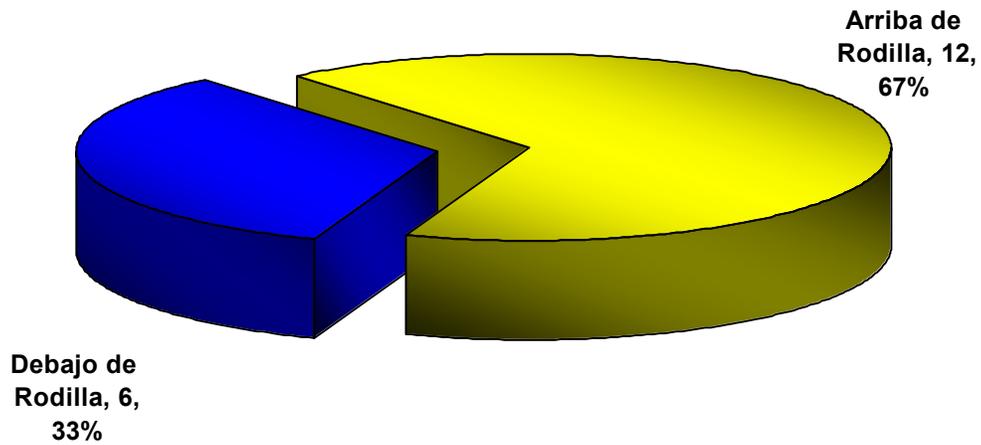


FUENTE: HCDRPVB

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**

Gráfica 5

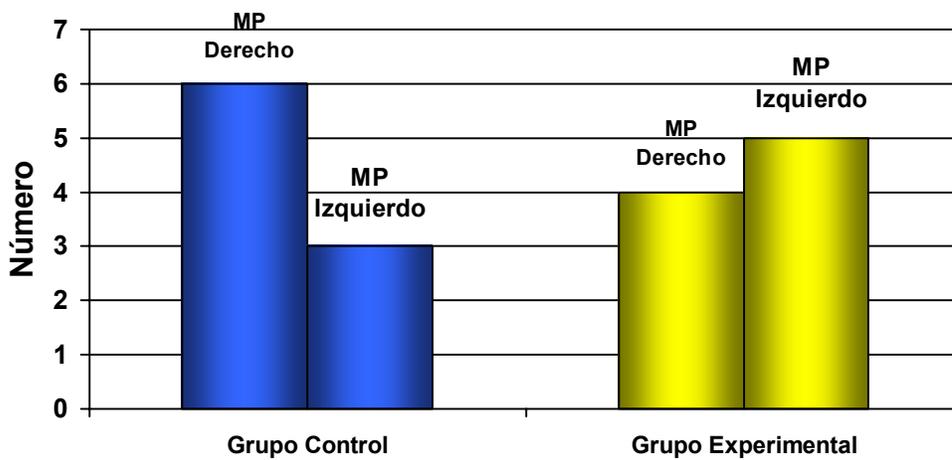
**Nivel de Amputación**



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 6

**Lado de Miembro Pélvico Amputado**



FUENTE: HCDRPVB

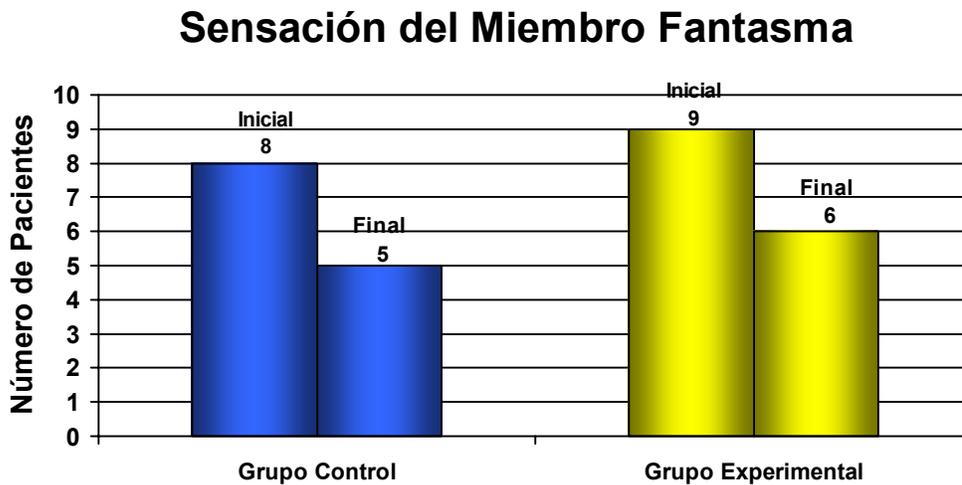
## PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 7



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 8

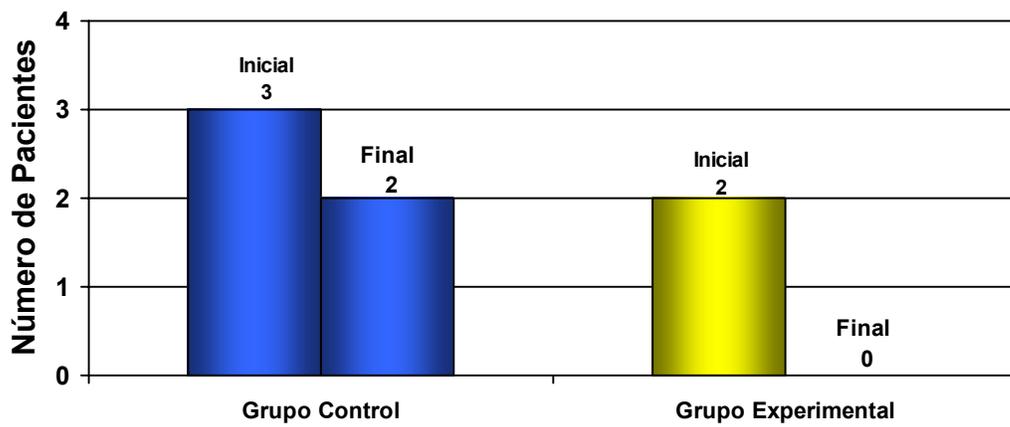


FUENTE: HCDRPVB

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE  
PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**

Gráfica 9

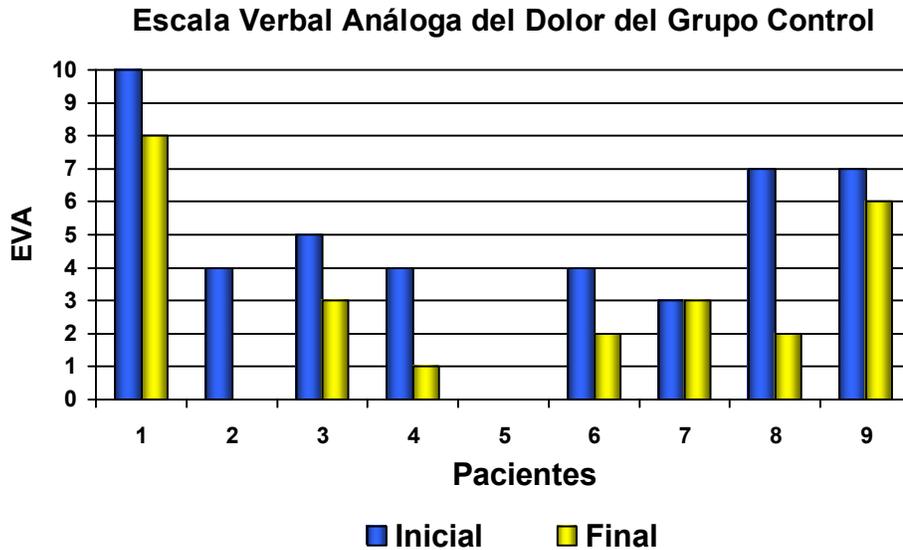
**Dolor Fantasma**



FUENTE: HCDRPVB

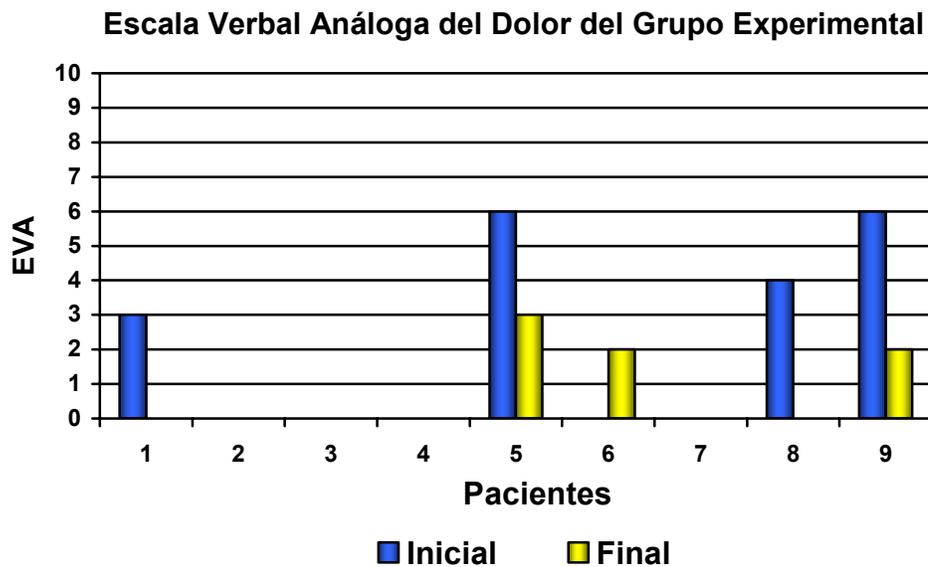
# PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 10



FUENTE: HCDRPVB

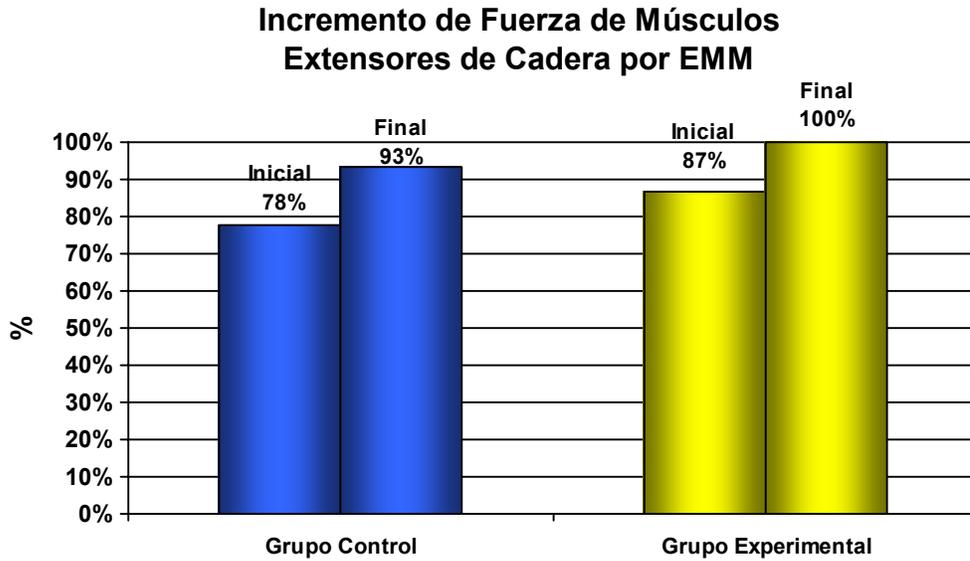
Gráfica 11



FUENTE: HCDRPVB

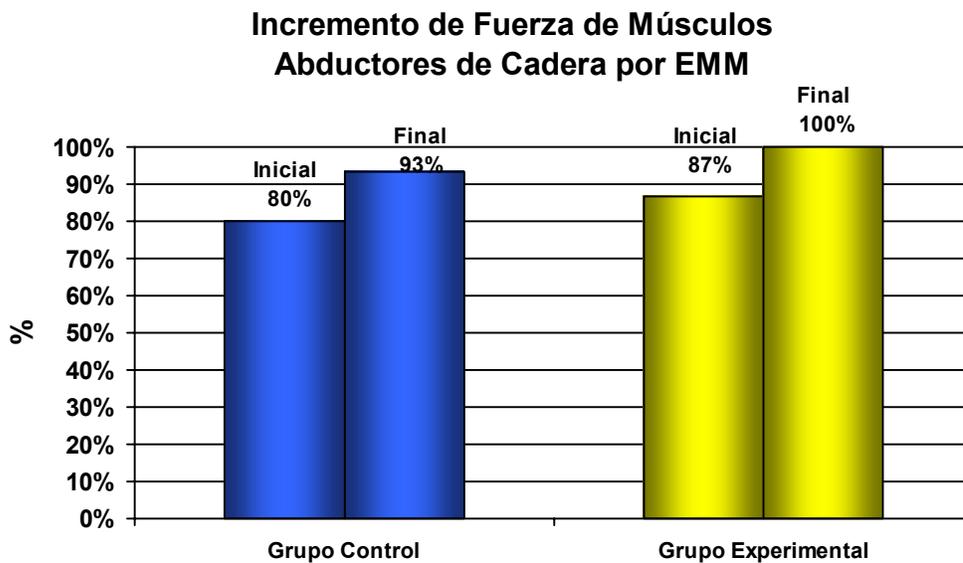
## PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 12



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 13

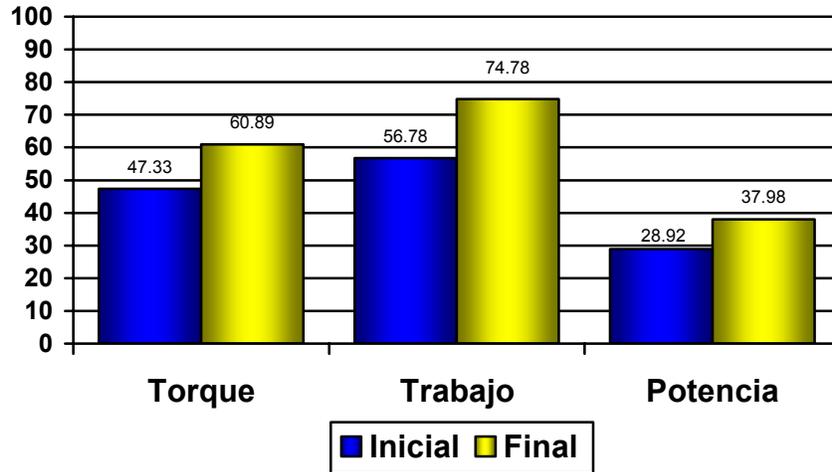


FUENTE: HCDRPVB

**PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE  
PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR**

Gráfica 14

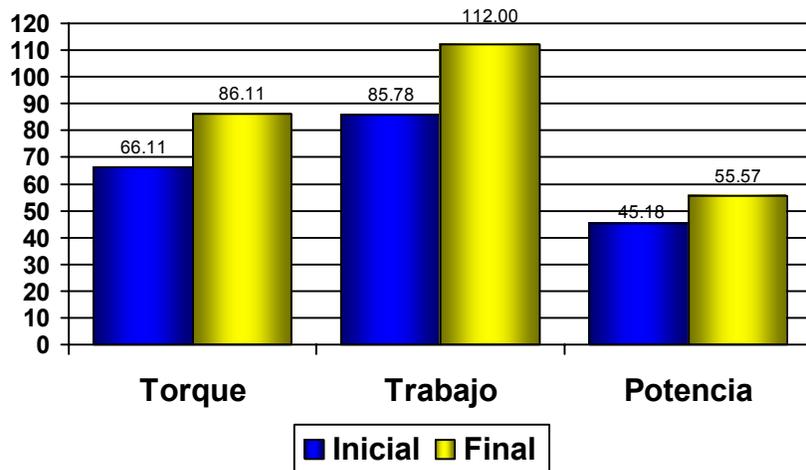
**Evaluación Inicial Vs Final para Músculos  
Extensores a 60°/seg  
- Grupo Control -**



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 15

**Evaluación Inicial Vs Final para Músculos  
Extensores a 60°/seg  
- Grupo Experimental -**

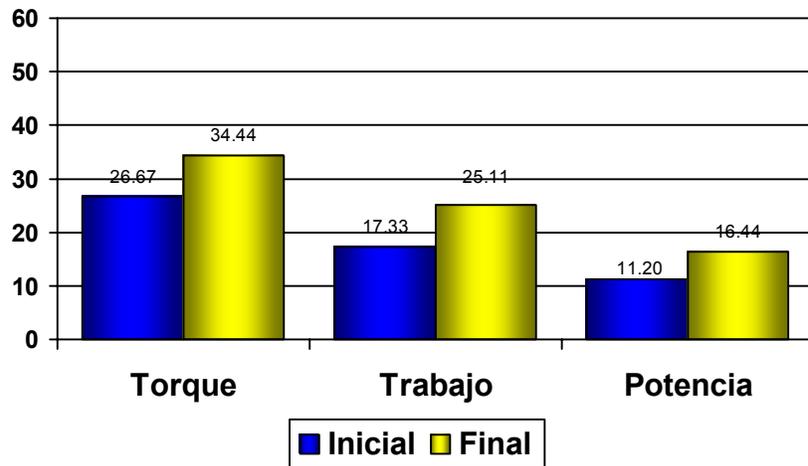


FUENTE: HCDRPVB

# PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 16

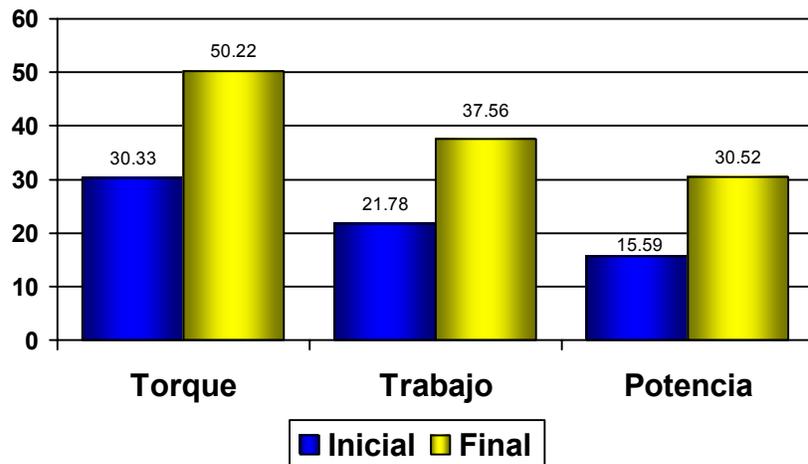
## Evaluación Inicial Vs Final para Músculos Abductores a 60°/seg - Grupo Control -



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 17

## Evaluación Inicial Vs Final para Músculos Abductores a 60°/seg - Grupo Experimental -

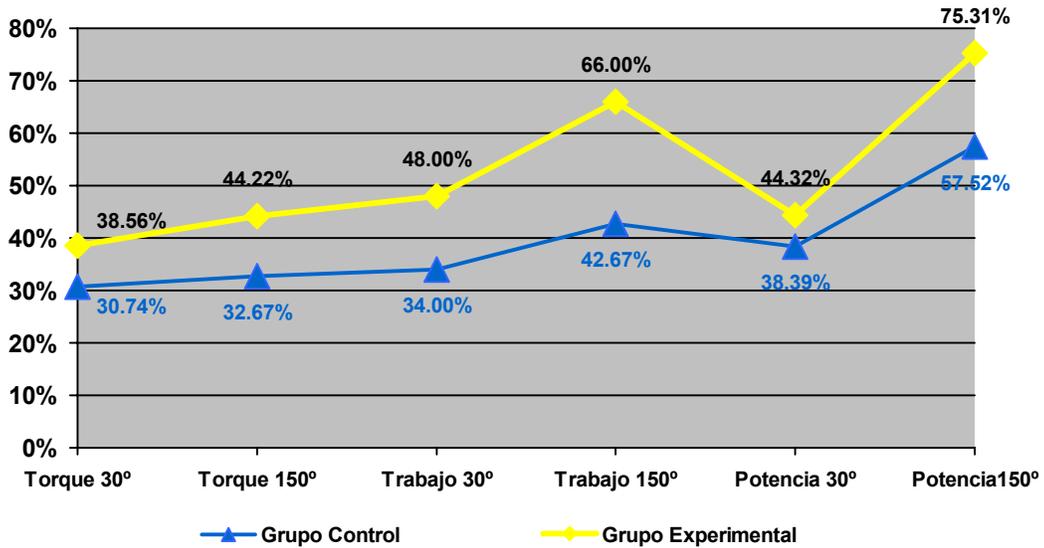


FUENTE: HCDRPVB

## PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO ISOCINÉTICO EN ETAPA PREPROTÉSICA DE PACIENTES CON AMPUTACIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

Gráfica 18

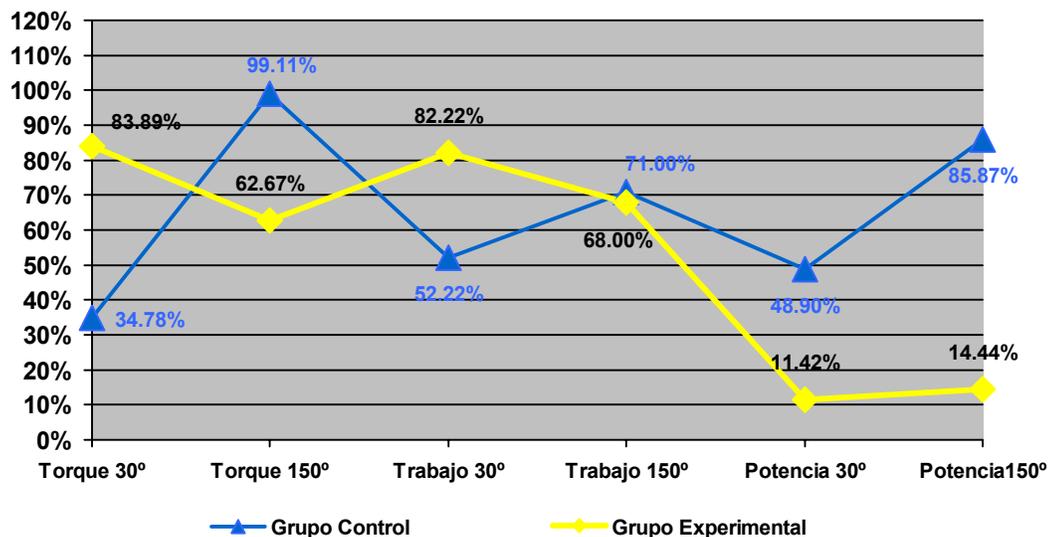
**Comparativo de Progresión de los Grupos Estudiados con CYBEX NORM "Músculos Extensores de Cadera"**



FUENTE: HCDRPVB

Gráfica 19

**Comparativo de Progresión de los Grupos Estudiados con CYBEX NORM "Músculos Abductores de Cadera"**



FUENTE: HCDRPVB

## ANÁLISIS

Se estudió un total de 18 pacientes obtenidos por muestreo de casos consecutivos que cumplieron con los criterios de inclusión; formándose dos grupos, uno de control y otro experimental.

Cada uno de los grupos estuvo integrado por nueve pacientes, el grupo control se conformó exclusivamente por pacientes del sexo masculino y la única mujer formó parte del grupo experimental.

El promedio de edad fue muy semejante para ambos grupos, sin embargo, cabe mencionar que la edad menor para el grupo control fue de 38 años contra 29 años del grupo experimental y la edad mayor para el grupo control fue de 60 años contra 53 años del grupo experimental.

Se incluyeron 6 pacientes con amputación transtibial y 12 transfemoral, y fueron distribuidos aleatoriamente pero por igual en cada grupo. Para ambos grupos, los pacientes con amputación transtibial eran, dos del lado derecho y uno del izquierdo. Pero para la amputación transfemoral era desigual, el grupo control tenía tres pacientes amputados del lado derecho y tres del izquierdo, y el grupo experimental tenía cinco pacientes con amputación derecha y uno con izquierda.

Ambos grupos fueron sometidos al mismo manejo de terapia ocupacional para manejo de muñón y enseñanza de vendaje apreciándose modificaciones en la forma del muñón, pasando de 11 a 10 muñones rectangulares, de 4 a 8 muñones redondeados y de 3 muñones de forma irregular a ninguno.

Al principio del tratamiento todos los pacientes del grupo experimental referían la presencia de sensación de miembro fantasma y el 88.8% del grupo control también, al término del entrenamiento esta sensación disminuyó en el 33.3% de los pacientes de cada grupo.

Al inicio del programa había presencia de dolor en miembro fantasma en 3 pacientes del grupo control, y en 2 pacientes del grupo experimental, pero al finalizar el entrenamiento,

el dolor remitió en el total de los pacientes del grupo experimental y persistió en 2 de los pacientes del grupo control.

Con el uso del CIBEX NORM se pudo realizar una valoración isocinética objetiva a una velocidad de 60°/seg de la modificación del torque, el trabajo y la potencia inicial contra la final en ambos grupos, apreciándose mejoría en el torque, el trabajo y la potencia, sin embargo, no se obtuvo una *p* significativa para el grupo control, mientras que en el grupo experimental se observó una *p* significativa en las tres variables estudiadas.

Al comparar el porcentaje de progresión del grupo control con el del grupo experimental para las mismas variables, pero con velocidades de 30°/seg y 150°/seg para los músculos extensores y a velocidades de 60°/seg y 180°/seg para los músculos abductores el valor de *p* resultó no ser significativo entre ambos grupos.

## DISCUSIÓN

Se empleó un programa de fortalecimiento con ejercicios isocinéticos de arco completo a velocidades intermedias con rangos de 60°/seg a 180°/seg, estas velocidades, de acuerdo a los fundamentos isocinéticos, actúan en el desarrollo de la potencia muscular. Definiendo la potencia como la capacidad para producir fuerza a lo largo de un arco de movimiento en un tiempo determinado.

La velocidad lenta de 30°/seg se utilizó en la valoración inicial y final además de las velocidades intermedias, donde se determinaron los valores de pico de torque, trabajo y potencia.

El uso de las velocidades lentas, se manifiesta en su acción de mejorar la fuerza muscular, en los ejercicios isocinéticos a velocidades de 60°/seg o inferiores, sin embargo, estas velocidades no suelen emplearse ya que pueden exacerbar la sintomatología del paciente porque se puede producir distensión articular provocando dolor e inhibición refleja que actúa negativamente en la prueba, y además porque estas velocidades no son funcionales para las actividades básicas como el caminar, debido a que la marcha promedio se realiza a una velocidad mayor de 60°/seg.

Con el uso del CIBEX NORM se pudo realizar una valoración isocinética objetiva a velocidad de 60°/seg. Comparando los registros iniciales y finales del torque, trabajo y potencia en ambos grupos, se observa mejoría en el grupo experimental con valores de *p* estadísticamente significativos para los extensores y abductores de cadera. Sin embargo, no se obtuvo una *p* con significancia estadística para el grupo control. En publicaciones revisadas, refieren que los ejercicios isotónicos también mejoran la fuerza muscular, pero no son objetivos, tampoco se encontraron estudios con valoraciones isocinéticas, tal como se plantea en este trabajo.

La sensación de miembro fantasma persistió hasta el momento de la prescripción protésica; al final del tratamiento el total de pacientes del grupo experimental presentaron remisión del dolor de miembro fantasma. Tal como se reporta en la literatura una adaptación protésica funcional es mejor al tener disminución de esta sensación.<sup>9</sup>

Aunque la muestra fue pequeña, los resultados son objetivos para establecer que el ejercicio isocinético se debe aplicar a los pacientes con amputación, y sobre todo colocando la prótesis provisional que se adaptó *ex profeso* para este estudio, la cual complementa la longitud del segmento faltante y la participación de los músculos en la acción de pedalear, de esta manera fortalecer los músculos de la extremidad amputada.

## CONCLUSIONES

- 1.** El programa que se diseñó con ejercicio isocinético en el manejo preprotésico de los pacientes con amputación resultó ser más eficaz para el fortalecimiento muscular, comparativamente con el programa convencional.
- 2.** Con los resultados obtenidos, el ejercicio isocinético debe ser parte de la prescripción en el tratamiento preprotésico del paciente con amputación en la U.M.F.R.R.N. y como complemento del programa convencional.
- 3.** El análisis de los registros de CIBEX NORM, demostró el incremento de la fuerza, pico de torque y trabajo en los músculos extensores y abductores de cadera en la extremidad amputada con ejercicio isocinético y significancia estadística para el grupo experimental.
- 4.** El ejercicio isocinético favoreció la remisión de dolor en el muñón, comparativamente con el grupo convencional.
- 5.** El empleo de la prótesis provisional representó para los pacientes mayor confianza y seguridad en su tratamiento, con manifestaciones de proyección al uso de prótesis y positivos para reintegrarse a sus actividades diarias.

## **SUGERENCIAS**

- 1.** Es necesario continuar con estudios de investigación acerca de la mejoría que pueden ofrecer los aparatos isocinéticos tanto en la disminución del dolor como en el fortalecimiento, pero con el empleo de una muestra mayor y por un periodo de tiempo más prolongado.
- 2.** Se podría implementar el uso de prótesis provisionales que permitan al paciente con amputación de extremidades inferiores el llevar a cabo entrenamiento en el cicloergómetro (FITRON), que da mayor seguridad y sensación de integridad al paciente.
- 3.** La participación de la terapia ocupacional se debe incrementar, en su supervisión y manejo, por su papel tan importante en la rehabilitación integral preprotésica.
- 4.** Todo paciente con amputación debe de tener valoración por psicología, ya que la problemática que enfrentan es difícil y el estado de ánimo que presentan es de vital importancia para un buen resultado en su entrenamiento.
- 5.** Fomentar la realización de clínicas para el paciente amputado desde su fase preprotésica y con la participación del equipo de rehabilitación involucrado.

## BIBLIOGRAFÍA

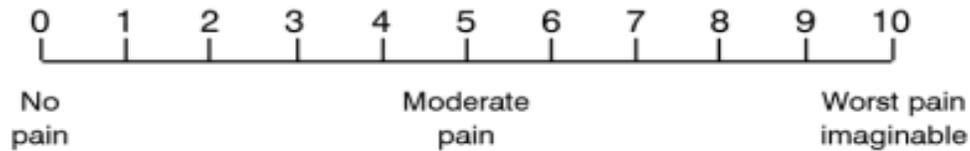
1. Wanton, O, Reyes G, Chercoles L. *Rehabilitación del paciente diabético amputado por enfermedad vascular*. Rev Cubana de Enfer. 14(2): may-ago. 1998.
2. Pantaleón, L.E. *Aspectos psicológicos del paciente amputado*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1996. México
3. Lara, J., et al. *Estudio prospectivo en pacientes amputados de miembros inferiores. Racionalización en el seguimiento*. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2001;15(1-2):46-50
4. Del Risco, C., et al. *Aterometría de las arterias de la pierna en amputados de causa vascular*. Rev Cubana Angiol y Cir Vasc. 2001;2(2):97-101.
5. Payen, H. *Diabetes Mellitus*. V parte.
6. Mendoza, C et al. *Programa de rehabilitación pre y posoperatorio para pacientes pediátricos con tumores óseos malignos primarios en extremidades, manejados con cirugía de salvamento*. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación. 2001; 13: 44-49.
7. *Capacidades funcionales*. Capítulo 19.
8. Gailey, R. *¿Está usted listo para una prótesis?*. First Step A Guide por Adapting to Limb Loss. Volumen 2. 2001.
9. Asociados en Contra del Dolor y el Centro Nacional de Información sobre Pérdida de Extremidades. *Control del dolor y el amputado*. 2003.
10. Davies, J. *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. 4a edición. S&S Publishers. 1992, USA, Pp.3-21
11. Mora, C., *Ejercicios isocinéticos. Evaluación y potenciación*. Fisioterapia. 1998;20:8-16

12. Urrialde, M., *Los isocinéticos y sus conceptos principales*. Fisioterapia. 1998;20:2-7
13. Manual Cybex 6000. *Testing & Rehabilitation Systems*. 1993
14. CYBEX NORM. *Sistema de Evaluación y Rehabilitación*. Equipos Inteferenciales de México.
15. *Minimonografías de Isocinesia*. Equipos interferenciales. México. 1999.
16. *Manual de FITRON Cycle-Ergometer*. Pp.30
17. Huesa-Jiménez, F. *Isocinéticos: metodología y utilización*. Rev. Re haz. Esp. 2002. 36 supl 1, 12-13.
18. McLeod, W. et al. *Biomechanics of knee rehabilitatios with cycling*. Am J Spts Med. 1980; 8(3):175-180.
19. Pineda, Edgar. “*Programa para pacientes amputados de miembros pélvicos en equipo de isocinéticos para su integración laboral*”. IMSS. 2003, México, Pp. 33.
20. Morales, Varinka. “*Comparación del tratamiento rehabilitatorio isocinético con el programa tradicional en pacientes postoperados de limpieza articular de rodilla por artroscopia*”. IMSS. 2002, México, Pp. 38.
21. García, César. “*Tratamiento rehabilitatorio en pacientes posoperados de meniscopatía por artroscopia mediante un programa de ejercicios isocinéticos en comparación con el programa tradicional*”. IMSS. 2001, México, Pp. 45.
22. Domingo, Chaires. “*Tratamiento de ejercicios isocinéticos aplicados a pacientes postoperados de acromioplastia parcial de hombro, comparado con el tratamiento convencional*”. IMSS. 2003, México, Pp. 37.

23. Gutiérrez, Cesáreo. *“Efectividad de un programa de ejercicio isocinético en pacientes con lumbalgia mecanopostural en comparación con los ejercicios de Robin McKenzie”*. IMSS, 2003, México, Pp. 35.
24. Robles, Rosio. *“Eficacia del ejercicio isocinético en sujetos con lumbalgia mecanopostural crónica”*. IMSS. 2003, México, Pp. 66.
25. Valencia, Catalina. *“Tratamiento rehabilitatorio de la marcha del paciente hemipléjico por medio de terapia física con ejercicio isocinético”*. IMSS. 2002, México, Pp. 38.
26. Rico, José Raúl. *“Técnicas de terapia física para un óptimo acondicionamiento físico del paciente amputado de miembro inferior hipertenso en fase preprotésica”*. IMSS. 1994, México, Pp. 38.
27. Davies, George. *“A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage”*. Equipos Interferenciales. 2a edición.

## ANEXOS O APÉNDICES

### ANEXO I. Escala Análoga Visual para Valoración del Dolor



From: Acute Pain Management: Operative or Medical Procedures and Trauma, Clinical Practice Guideline No. 1. AHCPR Publication No. 92-0032; February 1992; Agency for Healthcare Research & Quality, Rockville, MD; pages 116-117.

### ANEXO II. Clasificación de Lovett para Valoración de Fuerza Muscular

- |                    |   |
|--------------------|---|
| <b>5 Normal</b>    | Completa el arco de movilidad contra la gravedad y con máxima resistencia |
| <b>4 Buena</b>     | Completa el arco de movilidad contra la gravedad y con cierta resistencia |
| <b>3 Aceptable</b> | Completa el arco de movilidad contra la gravedad sin aplicar resistencia  |
| <b>2 Pobre</b>     | Completa el arco de movilidad eliminando la gravedad                      |
| <b>1 Indicios</b>  | Contracción visible o palpable, no hay movimiento articular               |
| <b>0 Nula</b>      | No contracción  |

### ANEXO III. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre: \_\_\_\_\_ No. de Paciente: \_\_\_\_\_  
Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_  
No. de afiliación: \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_ acepto libremente participar en el proyecto de investigación titulado: “Programa de fortalecimiento isocinético en etapa preprotésica de pacientes con amputación de extremidades inferiores”, registrado ante el Comité Local de Investigación con el número \_\_\_\_\_.

El objetivo del estudio es diseñar un programa de fortalecimiento preprotésico para pacientes con amputación unilateral de extremidades inferiores con el empleo de ejercicios isocinéticos y comparar sus beneficios con el programa convencional empleado en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Región Norte siendo evaluados de forma objetiva. Y estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr los objetivos consistirán en dos valoraciones al inicio y final del tratamiento con el equipo Cybex Norm, y entrenamiento con el uso de aparatos isocinéticos.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio.

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o su tratamiento. Entendiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

El investigador principal me ha dado la seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que la información relacionada con mi privacidad será manejada en forma confidencial. Los datos personales recabados serán protegidos e incorporados a mi expediente clínico. Lo anterior se informa en cumplimiento del décimo séptimo de los lineamientos de Protección de Datos Personales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de septiembre del 2005.

\_\_\_\_\_  
**Nombre y Firma del paciente**

\_\_\_\_\_  
**Nombre y Firma del Investigador**

\_\_\_\_\_  
**Testigo**

\_\_\_\_\_  
**Testigo**

**ANEXO IV. HOJA DE CAPTACIÓN DE DATOS**

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Afiliación: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: M F DX: \_\_\_\_\_  
 Fecha: Valoración Inicial \_\_\_\_\_ Valoración Final \_\_\_\_\_  
 Glucemia: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_  
 Etiología: \_\_\_\_\_ Nivel de amputación: \_\_\_\_\_  
 Actividad deportiva previa: no sí ¿cuál y cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
 Lado amputado: \_\_\_\_\_ Fecha Nacim: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

|                                     | Inicial | Final |
|-------------------------------------|---------|-------|
| Peso corporal (kg)                  |         |       |
| Circunferencia máxima de muñón (cm) |         |       |

| EXPLORACIÓN DEL MUÑÓN         |         |       |
|-------------------------------|---------|-------|
| MUÑÓN                         | Inicial | Final |
| Forma                         |         |       |
| Cicatriz                      |         |       |
| Sensación de miembro fantasma |         |       |
| Puntos dolorosos              |         |       |
| Tejido redundante             |         |       |
| Colchón blando                |         |       |
| Longitud                      |         |       |
| Edema                         |         |       |
| Pulsos                        |         |       |
| Equilibrio                    |         |       |
| Pulsos                        |         |       |

**Dolor:**

**Inicial:** SIN DOLOR = 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 = MÁXIMO DOLOR

**Final:** SIN DOLOR = 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 = MÁXIMO DOLOR

| RANGO DE MOVILIDAD   |          |       |           |       |
|----------------------|----------|-------|-----------|-------|
|                      | AMPUTADO |       | REMANENTE |       |
|                      | Inicial  | Final | Inicial   | Final |
| Flexores cadera      |          |       |           |       |
| Extensores cadera    |          |       |           |       |
| Abductores cadera    |          |       |           |       |
| Aductores cadera     |          |       |           |       |
| Rotadores ext cadera |          |       |           |       |
| Rotadores int cadera |          |       |           |       |
| Flexores rodilla     |          |       |           |       |
| Extensores rodilla   |          |       |           |       |

| <b>FUERZA MUSCULAR</b> |                 |              |                  |              |
|------------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
|                        | <b>AMPUTADO</b> |              | <b>REMANENTE</b> |              |
|                        | <b>Inicial</b>  | <b>Final</b> | <b>Inicial</b>   | <b>Final</b> |
| Flexores cadera        |                 |              |                  |              |
| Extensores cadera      |                 |              |                  |              |
| Abductores cadera      |                 |              |                  |              |
| Aductores cadera       |                 |              |                  |              |
| Rotadores ext cadera   |                 |              |                  |              |
| Rotadores int cadera   |                 |              |                  |              |
| Flexores rodilla       |                 |              |                  |              |
| Extensores rodilla     |                 |              |                  |              |

| <b>TORQUE Y TRABAJO</b> |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
|-------------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
|                         | <b>TORQUE</b>   |              |                  |              | <b>TRABAJO</b>  |              |                  |              |
|                         | <b>AMPUTADO</b> |              | <b>REMANENTE</b> |              | <b>AMPUTADO</b> |              | <b>REMANENTE</b> |              |
|                         | <b>Inicial</b>  | <b>Final</b> | <b>Inicial</b>   | <b>Final</b> | <b>Inicial</b>  | <b>Final</b> | <b>Inicial</b>   | <b>Final</b> |
| Flexores cadera         |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Extensores cadera       |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Abductores cadera       |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Aductores cadera        |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Rotadores ext cadera    |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Rotadores int cadera    |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Flexores rodilla        |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |
| Extensores rodilla      |                 |              |                  |              |                 |              |                  |              |

| <b>CONTRACTURAS</b> |                 |              |                  |              |
|---------------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
|                     | <b>AMPUTADO</b> |              | <b>REMANENTE</b> |              |
|                     | <b>Inicial</b>  | <b>Final</b> | <b>Inicial</b>   | <b>Final</b> |
| Psoas iliaco        |                 |              |                  |              |
| Cintilla iliotibial |                 |              |                  |              |
| Aductores de cadera |                 |              |                  |              |
| Cuadriceps          |                 |              |                  |              |
| Isquiotibiales      |                 |              |                  |              |
| Tríceps sural       |                 |              |                  |              |

## GLOSARIO DE TÉRMINOS ISOCINÉTICOS:

**Aceleración:** Mide la contracción muscular, la cual se define también como el trabajo total realizado en el primer 1/8 de segundo.<sup>13</sup>

**Ángulo de momento máximo:** es el punto de arco de recorrido articular (ROM) en el cual es alcanzado el momento máximo (torque) por el músculo examinado, coincidiendo en la máxima posición para una velocidad y recorrido similar.<sup>12</sup>

**Arco de movimiento:** es el recorrido articular, se puede identificar el total o promedio, el cual se mide en grados, este promedio se basa en el arco de movimiento de cada contracción durante la potencia de resistencia.<sup>13</sup>

**Déficit:** índice de proporcionalidad de la diferencia de ambas extremidades o entre grupos musculares; el más frecuentemente utilizado es el antagonista/agonista.

**Dinamómetro:** constituye la esencia del equipo, pues en su interior alberga un mecanismo de tipo eléctrico o hidráulico que permite mantener la velocidad constante.<sup>12</sup>

**Pico de torque:** punto más elevado del gráfico, independientemente de su situación en el arco de movimiento. Utiliza como unidades de medición Nm o Lbft.<sup>13</sup>

**Potencia:** es la relación entre trabajo mecánico efectuado y tiempo usado para ello, ofreciendo una visión de la intensidad del trabajo efectuado por el paciente.<sup>12</sup>

**Rango anatómico:** recorrido articular medido en grados goniométricos de la articulación estudiada.<sup>13</sup>

**Rango máximo:** es el mayor recorrido articular efectuado por la articulación durante la realización de la prueba.

**Rango isocinético (ROM):** arco de recorrido articular en el cual se alcanza y se mantiene por el sujeto la velocidad de trabajo preseleccionada.

**Torque:** es la fuerza que actúa sobre un brazo de palanca y que causa rotación alrededor de un eje.

**Torque de flexores y extensores:** es la comparación unilateral entre los dos grupos musculares agonistas y antagonistas, se mide en porcentaje (%).

**Trabajo:** es el volumen bajo la curva de torque en la mejor repetición. Se mide en joules (J)

**Trabajo total:** es la suma del trabajo efectuado en cada repetición de la serie realizada. Es el volumen total de trabajo situado bajo la curva de torque con cada repetición independientemente de la velocidad, arco de movimiento o tiempo.