

**Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación**

**Volumen
Volume** **16**

**Número
Number** **4**

**Octubre-Diciembre
October-December** **2004**

Artículo:

Efecto del ejercicio excéntrico,
isocinético e isotónico en la fuerza
muscular de tobillo en pacientes
con esguince

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

**Otras secciones de
este sitio:**

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



medigraphic.com

Efecto del ejercicio excéntrico, isocinético e isotónico en la fuerza muscular de tobillo en pacientes con esguince

Patricia Saavedra Mercado,* Roberto Coronado Zarco,* Ma. Pilar Diez García,* Renán León Hernández,* Rafael Jaimes Calixto,* Raúl Granados Rentería,* Fabiana Ballesteros Riverón,* Daniel Chávez*

RESUMEN

Introducción: El esguince de tobillo ocurre en la vida diaria y en la práctica deportiva hasta en un 75% de frecuencia. La inestabilidad crónica y la debilidad muscular coexisten; el tratamiento debe encaminarse a tratar dichas alteraciones. **Objetivo:** Comparar efectos del ejercicio excéntrico isocinético e isotónico en la fuerza muscular de pacientes con esguince de tobillo y determinar efectividad en tratamiento conservador. **Material y métodos:** Estudiamos 20 pacientes con esguince de tobillo grado I-II, subagudo, sedentarios. Rango de edad 20-58 años. Aleatorizados, sometidos a programa de entrenamiento excéntrico: isocinético e isotónico en 4 fases, de ocho semanas, 3 sesiones por semana. Grupo isocinético a 60°, 90° y 120° por segundo. Grupo isotónico, con resistencia progresiva. Efectuando evaluación inicial y final isocinéticas en equipo Biodex a 60°, 90° y 120° por segundo, en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión. **Análisis estadístico:** χ^2 y prueba t de Student para muestras independientes (software SPSS 10.0). **Resultados:** Se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.001$) en la flexión plantar, eversión en todas las velocidades estudiadas en el grupo isocinético. En la inversión existe ganancia no significativa. Dorsiflexión con decremento en la fuerza no significativo. Grupo isotónico con diferencia significativa para los movimientos estudiados, excepto en dorsiflexión a 120°. Comparación ambos grupos con diferencia significativa para flexión plantar a 60° a favor del isocinético, resto sin diferencia significativa. **Conclusión:** Ambos tratamientos son efectivos para mejorar fuerza muscular, con leve diferencia a favor del ejercicio isotónico.

Palabras clave: Isocinesia, esguince, tobillo, rehabilitación.

ABSTRACT

Introduction: Ankle sprain occurs in daily life and in sports practice, inclusive in a 75% of frequency. Chronic instability and muscle imbalance coexist and treatment should be directed to treat this alterations. **Objective:** Compare the effects of eccentric isokinetic and isotonic exercise in muscle force, in patients with ankle sprain, and determine efficacy in conservative management. **Methods:** We study 20 patients with subacute ankle sprain GI-II, sedentary. Age range 20-58 years. Randomized in two groups, eccentric isokinetic and isotonic trainment. In 4 phases of 8 weeks, 3 sessions per week. Isokinetic group at 60°, 90° and 120° per second, in plantar flexion, dorsiflexion, inversion, eversion.

Stadistics: χ^2 , t student for independent variables (software SPSS 10.0). **Results:** We found statistical differences ($p=0.001$) for plantar flexion, eversion at all studied velocities in the isokinetic group. Inversion with no significative gain. Dorsal flexion with no significative decrease of force. Isotonic group with significative difference for all study movements, except for dorsal flexion at 120°. Both group comparison with significative difference for plantar flexion at 60° in isokinetic, rest without difference. **Conclusion:** Both groups showed to be effective to increase muscle force, with slight difference.

Key words: Isokinetic exercise, ankle sprain, rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La lesión ligamentaria de tobillo ocurre como consecuencia de traumatismos, más frecuente en la vida diaria y en la práctica deportiva hasta en un 75%. El 85% de estas lesiones son causadas por trauma en inversión, afectando el complejo lateral principalmente al ligamento peroneo astragalino anterior¹⁻⁷; 3 a 6% son causados por eversión lesionando el liga-

mento deltoideo y finalmente los que afectan a la sindesmosis representan del 1 al 11%^{3,5,6}.

La inestabilidad crónica se presenta en el 20-40% de los pacientes con lesiones de tobillo.

El programa de rehabilitación debe cubrir, perseguir y facilitar la recuperación proporcionando protección del ligamento dañado, fortalecimiento muscular, restauración del sistema propioceptivo, regreso a actividades deportivas y cotidianas y prevención de inestabilidad funcional que ocasione daños futuros^{5,6}.

El ejercicio isocinético proporciona un método de carga dinámica sobre los músculos en contracción a una velocidad

* Centro Nacional de Rehabilitación. Secretaría de Salud.

que es determinada. Siendo el músculo capaz de mantener un estado de contracción máxima a lo largo de todo el recorrido y por lo tanto permitir la máxima demanda sobre su capacidad de trabajo^{12,24}. Dentro de las ventajas del ejercicio isocinético se encuentran: capacidad para trabajar al máximo durante toda la amplitud del movimiento y a diferentes velocidades, la velocidad de ejecución se acerca a los valores denominados “funcionales”, permitiendo la realización de pruebas diagnósticas funcionales, la aparición de mialgias postesfuerzo es mínima, cuenta con soporte informático que permite la valoración objetiva y precisa, bajo riesgo de lesiones, no requiere cambios de peso, menor tiempo de ejercicio total para un mismo grupo muscular, buena aceptación por el paciente.

La carga excéntrica ha demostrado desarrollar tensión de más del 40% que la concéntrica en el ejercicio isotónico, en términos generales la fuerza excéntrica es 1.8 veces mayor que la concéntrica. Sin embargo en el isocinético no ha sido demostrado²⁰. El entrenamiento excéntrico puede agregarse al programa de rehabilitación cuando el derrame, el dolor y el arco de movimiento lo permitan^{5,6,17}.

En acciones musculares excéntricas el sistema nervioso central posee un mecanismo protector para evitar que la excesiva tensión muscular desarrollada pueda causar completa ruptura del músculo^{17,28}. Al producirse un pico de tensión excéntrica se activan los órganos tendinosos de Golgi y se produce una momentánea pérdida de la tensión que evita la lesión de fibras musculares. Este reflejo de “cierre de navaja” es una de las características principales del trabajo excéntrico aunado con la importante activación selectiva se fibras musculares tipo II, ricas en terminaciones de Golgi y por lo tanto más reactivas a la activación excéntrica. Por ello la ganancia de la fuerza muscular es más rápida cuando se utiliza este tipo de entrenamiento como lo demuestra: mayor torque en menor recorrido articular, menor trabajo y potencia al ser más rápida la contracción, este tipo de contracción activa a las unidades L^{15,28}.

Los mecanismos neuromusculares del trabajo excéntrico involucran: alteraciones en la actividad de los mecanorreceptores, cambio en la activación de unidades motoras y alteraciones en las propiedades viscoelásticas de los músculos.

La gran especificidad de este tipo de trabajo se apoya en: 1) Retraso electromecánico. El tiempo que transcurre entre la respuesta bioquímica liberadora de activadores de la contracción y la aparición de tensión muscular es más corta que con la concéntrica. 2) Ciclo de acortamiento: hace referencia a la constatación de que en todo movimiento volitivo exige una activación previa del antagonista del músculo efector que provoca un efecto sumatorio de una parte de la energía potencial transferida a través de los elementos elásticos seriados, y de otra, de la propia contracción muscular.

Asimismo el alto grado de reclutamiento de tensión muscular generado se atribuye a que en una contracción excéntrica la máxima resistencia generalmente sobrepasa el límite de esfuerzo individual, sin embargo si la experiencia de resistencia no llega a sobrepasar se envían descargas de actividad motora al cerebro y a la médula espinal para producir el máximo esfuerzo. De esta forma la actividad excéntrica incorpora máximo reclutamiento de unidades motoras del cerebro y de médula espinal²⁵.

El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto del ejercicio excéntrico isocinético e isotónico en los músculos de tobillo en pacientes afectados de esguince mediante la evaluación isocinética de fuerza muscular.

Los objetivos específicos fueron: comparar los efectos del ejercicio isocinético excéntrico e isotónico excéntrico antes y después de un programa de entrenamiento isocinético, determinar qué tipo de ejercicio es el más efectivo para mejorar la fuerza muscular en pacientes con esguince de tobillo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio: experimental, comparativo, prospectivo, longitudinal. Se estudiaron 20 pacientes de la consulta externa de Rehabilitación del Centro Nacional de Rehabilitación, con diagnóstico de esguince de tobillo grado I y grado II, no atletas, ambos sexos, sin antecedente de otra patología de tobillo ni de manejo rehabilitatorio previo. Todos los pacientes se sometieron a una evaluación inicial y final isocinética, en un equipo isocinético Biodex 3; para cuantificar la fuerza muscular en Nm (pico de torque), y se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos, de entrenamiento: isocinético excéntrico e isotónico excéntrico. Para cada grupo se evaluó la fuerza de la extremidad afectada en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión, con el paciente en sedestación. La colocación de paciente y del aditamento se realizó de acuerdo al manual de aplicaciones del Biodex 3 (*Figura 1*). Se limitaron arcos de movilidad a 20 y 15 grados para la flexión plantar y la dorsiflexión respectivamente y 15 grados para la inversión y eversión. La evaluación consistió de 3 series de cinco repeticiones con un periodo de reposo de 10 segundos a velocidades angulares de 60, 90 y 120°/segundo; iniciando con una prueba submáxima. Ambos programas de entrenamiento se realizaron en el equipo isocinético y tuvieron un periodo de calentamiento en un biciergómetro marca Monarca de 5 minutos sin resistencia y un periodo de enfriamiento, además de técnicas para mejorar el equilibrio y propiocepción. Las evaluaciones se realizaron por un solo médico rehabilitador y el entrenamiento por un solo terapista físico.

Ambos grupos consistieron de cuatro fases con duración de 8 semanas (las dos semanas iniciales sólo se trata el dolor y el edema) el resto ya se inició el fortalecimiento. Tres sesiones por semana con duración promedio de 40 minutos.

En ambos grupos la primera semana de la fase 2 se entrenaron con isocinéticos concéntricos a fin de lograr la adaptación al equipo. En el grupo isocinético el entrenamiento se realizó a las mismas velocidades y evaluaciones de la evaluación con períodos de reposo de 60 segundos, en cada velocidad sólo se aumentaron el número de repeticiones.

Para el grupo isotónico el entrenamiento se realizó utilizando 60% del peso máximo de prueba de 10 repeticiones, 3 series de 10 repeticiones.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de Student y la de Chi cuadrada para muestras independientes del programa estadístico SPSS versión 10.0 para Windows.

La edad mínima de los pacientes incluidos fue de 21 años y la máxima de 58. Se estudiaron 14 mujeres y 6 hombres. El mecanismo de lesión en el 100% de los casos fue en flexión plantar e inversión. En cuanto al grado de esguince, 6 fueron de grado I y 14 grado II, el lado afectado 13 para la extremidad derecha y 7 para la izquierda. Todos los pacientes tenían dominancia derecha. Se presentaron 4 pacientes con esguinces recurrentes. El tiempo de evolución fue de 2 semanas a 1 año. De los 20 pacientes sólo 16 concluyeron el programa de rehabilitación respectivo (8 pacientes de cada grupo).

En el estado inicial, el grupo de isocinéticos tuvo un promedio de 28.1 años de edad ($DS = 9.6$) y el de isotónicos 40.5 ($DS = 14.9$) con una $p = 0.04$; mientras que la diferencia en la distribución de sexos por grupo no fue estadísticamente significativa ($p = 0.62$). Respecto a las medidas de desenlace, en el estado inicial hubo diferencias significativas en la fuerza a la dorsiflexión a favor del grupo de ejercicios isocinéticos (media 16.2, $DS = 4.8$) contra una media de 8.04 ($DS = 2.8$) del grupo de isotónicos ($p = 0.0001$); también hubo diferencias significativas en la fuerza de inversión a favor del grupo de isocinéticos ($13.9 vs 3.7$, $p = 0.03$).

RESULTADOS

Cuando se comparó la fuerza inicial contra la final del grupo de ejercicios isocinéticos, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.0001$) en la flexión plantar y eversión en todas las velocidades estudiadas. La dorsiflexión muestra una disminución de la fuerza inicial y final no significativa. En la inversión hubo un aumento de la fuerza final en las tres velocidades no significativa (*Cuadro 1*).

El grupo de isotónicos mostró cambios significativos entre la evaluación inicial y final en los movimientos y velocidades estudiadas, con excepción en la dorsiflexión a los 120° segundo (*Cuadro 2*).

Cuadro 1. Promedios de fuerza inicial vs final en las tres velocidades. Ejercicios isocinéticos. ($n = 8$)

	Fuerza inicial	Fuerza final	Valor de P
Flexión plantar			
60°/segundo	25.3	71.3	0.0001
90°/segundo	22.7	61.7	0.0001
120°/segundo	21.4	53.7	0.0001
Dorsiflexión			
60°/segundo	16.2	14.9	0.46
90°/segundo	10.9	10.4	0.68
120°/segundo	8.2	7.5	0.57
Eversión			
60°/segundo	15.4	21.0	0.01
90°/segundo	13.5	21.2	0.001
120°/segundo	13.0	18.8	0.012
Inversión			
60°/segundo	13.9	17.2	0.07
90°/segundo	14.9	16.6	0.40
120°/segundo	13.8	17.2	0.12

Cuadro 2. Promedios de fuerza inicial vs final en las tres velocidades. Ejercicios isotónicos. ($n = 8$)

	Fuerza inicial	Fuerza final	Valor de P
Flexión plantar			
60°/segundo	20.7	49.6	0.003
90°/segundo	20.1	49.5	0.002
120°/segundo	18.9	43.7	0.0001
Dorsiflexión			
60°/segundo	8.0	16.3	0.0001
90°/segundo	8.1	11.8	0.036
120°/segundo	11.2	9.8	0.432
Eversión			
60°/segundo	13.3	20	0.007
90°/segundo	13.2	18.1	0.05
120°/segundo	11.3	17.6	0.004
Inversión			
60°/segundo	9.7	14.1	0.015
90°/segundo	8.5	13.4	0.030
120°/segundo	8.9	13.3	0.035

Cuando se compararon los promedios de fuerzas entre ambos grupos. Con diferencia significativa ($p = 0.04$) en la flexión plantar a 60°/segundo a favor del grupo con ejercicios isocinéticos (71.3 contra 49.6 del grupo con isotónicos). En el resto de las fuerzas sin diferencias significativas no obstante, debe subrayarse que en general los valores del grupo con ejercicios isocinéticos son mayores que los del grupo con ejercicios isotónicos (*Cuadro 3*).

Cuadro 3. Promedios de fuerza final en las tres velocidades. Ejercicios isocinéticos vs isotónicos. (n = 8 por grupo)

Flexión plantar	Isocinéticos	Isotónicos	Valor de P
60°/segundo	71.3	49.6	0.040
90°/segundo	61.7	49.5	0.171
120°/segundo	53.7	43.7	0.110
Dorsiflexión			
60°/segundo	14.9	16.3	0.406
90°/segundo	10.4	11.8	0.366
120°/segundo	7.5	9.8	0.153
Eversión			
60°/segundo	21.0	20	0.750
90°/segundo	21.2	18.1	0.228
120°/segundo	18.8	17.6	0.545
Inversión			
60°/segundo	17.2	14.1	0.074
90°/segundo	16.6	13.4	0.167
120°/segundo	17.2	13.3	0.099

DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio concuerdan con la literatura mundial reportada por Mascaro, Trevino Guirao, Stephen, en cuanto a la edad de presentación, y al mecanismo de lesión; en los pacientes estudiados el 100% de los casos fue en flexión plantar e inversión; lo que sugiere según Harrell la posibilidad de una debilidad previa de los músculos que participan en la eversión y dorsiflexión.

Los ejercicios isocinéticos juegan un papel muy importante en el fortalecimiento de tobillo debido que la velocidad del ejercicio es parecida a la que ocurre en las actividades deportivas²⁴. Las contracciones excéntricas se ven involucradas en gran cantidad de actividades funcionales diarias y deportivas.

Los ejercicios isocinéticos demuestran desventajas como su alto costo, su poca accesibilidad, escasos profesionales familiarizados con la técnica, desconocimiento del equipo, requiere del aprendizaje del paciente, periodo de adaptación largo.

En evaluaciones iniciales todos estos factores han de considerarse, para evitar sesgos, sobre todo en dorsiflexión e inversión que son los movimientos que requieren más aprendizaje y también son los más deficientes en fuerza muscular.

Davies, Esselman, Hubley recomiendan evaluar el tobillo a velocidades de 30 a 180 grados por segundo, en este estudio fueron de 60, 90 y 120 grados debido a que velocidades menores a 60 grados no fueron toleradas por los pacientes y superiores a 120 grados no fueron controladas adecuadamente.

En la literatura internacional Trevino, Esselman recomiendan que la duración de un programa de entrenamiento debe de ser de 6 a 8 semanas; dependiendo de la extensión de la lesión, la duración de la inmovilización y la respuesta del paciente a la rehabilitación. En este estudio la duración fue de 6 semanas; condicionando que cuatro pacientes se retiraran del estudio, debido entre otras a cuestiones laborales y económicas.

El dolor muscular de aparición tardía, que se ha asociado a la contracción excéntrica no se produjo en ningún paciente, lo que atribuimos a la forma en que se prescribió el tratamiento.

Cabe mencionar que en los dos tratamientos se logró mejorar la fuerza de los músculos que participan en la flexión plantar y eversión, si consideramos que los pacientes presentaban una debilidad previa de estos músculos es fundamental considerarlos como clave para la estabilización de tobillo y evitar recurrencia por el mecanismo de flexión plantar e inversión⁴⁻⁶.

Es necesario clasificar a los pacientes inicialmente con valores de fuerza uniformes en todos los movimientos para evitar sesgos. Asimismo es importante evaluar en estudios futuros mayor número de muestras y manejo de velocidades más elevadas.

CONCLUSIONES

Los dos métodos de tratamiento empleados en este estudio demostraron ser efectivos en la recuperación de fuerza en pacientes con esguince, mostrándose mejores resultados con el entrenamiento isotónico excéntrico. El equipo isocinético es poco accesible, el entrenamiento se puede realizar sólo en forma institucional; y debido a que los programas son ex-



Figura 1. Evaluación isocinética de tobillo.
Equipo Biodex 3.

tensos; por lo anterior consideramos que es posible incorporar al programa los siguientes puntos: evaluación de isoincineria, acortar la duración del tratamiento institucional y establecer un programa de enseñanza con ejercicios isotónicos excéntricos y reeducación propioceptiva.

PROTOCOLO ISOCINÉTICO EN PACIENTES CON ESGUINCE DE TOBILLO

Fase I (Semana 0-2) Más de dos semanas de ocurrido el evento

1. Crioterapia o CHC 10 minutos
2. US 1 w/cm² pulsátil 20% 7 minutos/TENS 100 Hz 15 minutos
3. Movilización activa en flexión plantar y dorsiflexión
4. Movilización activa a extremidades no afectadas.

Fase II (Semana 2-4)

1. Biciergoméetro sin resistencia 5 minutos
2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones
4. Ejercicios isocinéticos concéntricos (semana 3) a 60 ,90, y 120°/segundo 6 repeticiones con periodo de reposo de 1 minuto 3 veces a la semana.
5. Ejercicios isocinéticos excéntricos 60°/segundo con periodo de descanso de 1 minuto, 90 y 120 °/segundo 6 repeticiones cada tercer día.
6. Estiramiento de tríceps sural, dorsiflexores.
7. Técnicas para mejorar propiocepción: Romberg modificado

Dos pies en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, multidireccional

Dos pies en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, multidireccional

Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, unidireccional

Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, unidireccional

Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, multidireccional

Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, multidireccional

Subir y bajar escaleras, hacia delante y hacia atrás.

8. Crioterapia postsesión 10 minutos.

Fase III (Semana 4-6)

1. Biciergoméetro con resistencia a tolerancia 5 minutos

2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones.
4. Ejercicios isocinéticos excéntricos 60°/segundo con periodo de descanso de 1 minuto, 90 y 120°/segundo 8 repeticiones cada tercer día.
6. Estiramiento de tríceps sural, dorsiflexores.
7. Técnicas para mejorar propiocepción
Correr: figura de ocho: de círculos amplios a círculos más pequeños
Deslizamientos laterales de contracción
Salto de altura de 15-30 cm
Subir escaleras corriendo si lo tolera.
8. Crioterapia postsesión 10 minutos.

Fase IV (Semana 6-8)

1. Biciergoméetro con resistencia a tolerancia 5 minutos
2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones
4. Ejercicios isocinéticos excéntricos 60°/segundo con periodo de descanso de 1 minuto, 90 y 120°/segundo 10 repeticiones cada tercer día.
5. Técnicas para mejorar propiocepción
Carrera de cuatro esquinas esquivando, saltos de altura de 30-60 cm, carrera rápida, deslizamientos laterales de contracción.
6. Crioterapia postsesión 10 minutos.

PROTOCOLO ISOTÓNICO EN PACIENTES CON ESGUINCE DE TOBILLO

Fase I (Semana 0-2) Más de dos semanas de ocurrido el evento

1. Crioterapia o CHC 10 minutos
2. US 1 w/cm² pulsátil 20% 7 minutos/TENS 100 Hz 15 minutos
3. Movilización activa en flexión plantar y dorsiflexión
4. Movilización activa a extremidades no afectadas.

Fase II (Semana 2-4)

1. Biciergoméetro sin resistencia 5 minutos
2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones
4. Ejercicios isocinético concéntricos (semana 3) a 60 ,90, y 120°/segundo, 6 repeticiones con periodo de reposo de 1 minuto 3 veces a la semana.

5. Ejercicios isotónicos excéntricos 60% de peso de serie de 10 repeticiones cada tercer día 3 series de 10 repeticiones
6. Estiramiento de tríceps sural, dorsiflexores.
7. Técnicas para mejorar propiocepción: Romberg modificado
Dos pies en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, multidireccional
Dos pies en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, multidireccional
Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, unidireccional
Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, unidireccional
Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos abiertos, multidireccional
Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, multidireccional
Un pie en equilibrio sobre balancín inestable, ojos cerrados, multidireccional
Subir y bajar escaleras, hacia delante y hacia atrás
8. Crioterapia 10 minutos postsesión

Fase III (Semana 4-6)

1. Biciergométron con resistencia a tolerancia 5 minutos
2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones
4. Ejercicios isotónicos excéntricos 60% de peso de serie de 10 repeticiones cada tercer día, 3 series de 10 repeticiones
6. Estiramiento de tríceps sural, dorsiflexores, invertores y evertores
7. Técnicas para mejorar propiocepción
Correr: figura de ocho: de círculos amplios a círculos más pequeños
Deslizamientos laterales de contracción
Salto de altura de 15-30 cm
Subir escaleras corriendo si lo tolera
8. Crioterapia 10 minutos postsesión

Fase IV (Semana 6-8)

1. Biciergométron con resistencia tolerancia 5 minutos
2. Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
3. Minisquats 3 series de 8 repeticiones
4. Ejercicios isotónicos excéntricos 60% de peso de serie de 10 repeticiones cada tercer día, 4 series de 10 repeticiones
5. Técnicas para mejorar propiocepción
6. Carrera de cuatro esquinas esquivando, saltos de altura de 30-60 cm, carrera rápida, deslizamientos laterales de contracción.

REFERENCIAS

1. Hintermann B. Biomechanics of the unstable ankle joint and clinical implications. *Medicine Science in Sport Exercise* 1999; 31: S459-S469.
2. Safran M. Benedetti R et al. Lateral ankle sprains: a comprehensive review part 1: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Medicine & Science in sports & Exercise* 1997; 31: S429-437.
3. Liu S, Jaso W. Lateral ankle sprains and instability problems. *Clinics in Sports medicine* 1994; 13: 793-809.
4. Safran M. Benedetti R et al. Lateral ankle sprains: a comprehensive review part 2: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis, and diagnosis. *Medicine & Science in sports & Exercise* 1997; 31: S429-437.
5. Trevino S et al. Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. *Orthopedic clinics of North America*. 1994; 25: 1-15.
6. Mascaro T et al. Rehabilitation of foot and Ankle. *Orthopedic clinics of North America* 1994; 25: 147-159.
7. Diamond J. Rehabilitation of ankle Sprains. *Clinics in Sports Medicine* 1989; 8: 877-889.
8. Konradsen L et al. Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *The American Journal of Sports Medicine* 1998; 26: 72-77
9. Wright I et al. The effects of ankle compliance and flexibility on ankle sprains. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 2000; 32: 260-265.
10. Hertel J et al. Talocrural and Subtalar Joint Instability After Lateral Ankle Sprain. *Medicine & Science in sports & Exercise* 1999; 31: 1501-1508.
11. Guirao L y col. Lesiones ligamentosas de tobillo: orientación diagnóstica y terapéutica. *Rehabilitación* 1997; 31: 304-310.
12. Kellis E, Batzopoulos V. Muscle activation differences between eccentric and concentric isokinetic exercise. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 1998; 30: 1616-1623.
13. Esselman P. Lacerte: Principles of Isokinetic Exercise: Physical medicine and rehabilitation. *Clinics North America* 1994; 5: 255-265.
14. Clifford et al. Ankle injury: third degree sprain of lateral collateral ligaments. In: *Biodex clinical Application Manual*. Biodex Corps, Shirley, NY 1988.
15. Nardone Schieppanti. Shift of activity from slow to fast muscle during voluntary lengthening contractions of the triceps surae muscles in humans. *Journal Physiology* 1989; 409: 451.
16. Bennett et al. Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. *Medicine Science Sports Medicine* 1986; 18: 526.
17. Urrialde M. El trabajo isocinético excéntrico. *Fisioterapia* 1998; 20: 81-90.
18. Hartsell H, Sapaulding S. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Bristish J Sport Medicine* 1999; 33: 255-258.
19. Hubbley C, Earl E. Coactivation of the ankle musculature during maximal isokinetic dorsiflexión at different angular velocities. *Euro J Appl Physiology* 2000; 82: 289-296.
20. Ledunois, Percheron. Workshop: Metrology. *Evaluation of muscular strength using an isokinetic ergometer*. Institut de Miologie París.
21. Fisiocenter Rehabilitación y acondicionamiento. *Biodex*.
22. Morrissey MC, Harman EA, Johnson MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Med Science Sport Exercise* 1994; 27: 548-660.
23. Valdés M, Molins J, Acebes O. El ejercicio isocinético: valoración y método de tratamiento. *Rehabilitación* 1996; 30: 429-435.
24. Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage. 1992 4th edition. Hardcover.
25. Rowinski MJ. The role of eccentric exercise. Bide Evaluation & Management.

26. Urrialde JA. Los isocinéticos y sus conceptos principales. *Physiotherapies* 1998; 20: 2-7.
27. Andel M. Prerequisites and limitations to isokinetic measurements in humans. *Euro Appl Physiology* 1996; 73: 225-230.
28. Conelly, Carnahan, Heather; Vandervoort. Motor skill learning of concentric and eccentric Isokinetic Movements in Older Adults. *Experimental Aging Research* 2000; 26: 209-220.
29. Dean E. Physiology and therapeutic implications of negative work. A review. *Physical Therapy* 1988; 68: 233.

Domicilio para correspondencia:
Patricia Saavedra Mercado
Av. México-Xochimilco 298,
Arenal de Guadalupe,
Tlalpan, México, D.F. 14389.
www.cnr.gob.mx
Correo electrónico:
patynsa@hotmail.com / rcoronado@cnr.gob.mx

