

11222 52



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SECRETARIA DE SALUD  
CENTRO NACIONAL DE REHABILITACION  
MEDICINA DE REHABILITACION

EFFECTO DEL EJERCICIO EXCENTRICO: ISOCINETICO  
E ISOTONICO EN LA FUERZA MUSCULAR DE TOBILLO  
EN PACIENTES CON ESGUINCE.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**E S P E C I A L I S T A**  
**M E D I C I N A D E R E H A B I L I T A C I O N**  
**P R E S E N T A**  
**DRA. PATRICIA ARACELI SAAVEDRA MERCADO**



*[Signature]*  
C. N. R.  
DIVISION DE ENSEÑANZA  
E INVESTIGACION

PROFESOR TITULAR: DR. LUIS GUILLERMO IBARRA I.





Universidad Nacional  
Autónoma de México




**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
DIVISIÓN DE ESPECIALIZACIÓN  
FACULTAD DE MEDICINA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
MÉXICO, D. F.  
SECRETARIA DE SALUD

CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
MEDICINA DE REHABILITACIÓN

“EFECTO DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO: ISOCINÉTICO E ISOTÓNICO EN  
LA FUERZA MUSCULAR DE TOBILLO EN PACIENTES CON ESGUINCE “

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DE  
REHABILITACIÓN

PRESENTA:  
DRA. PATRICIA ARÁCELI SAAVEDRA MERCADO

PROFESOR TITULAR:  
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA

PROFESORES ASESORES:  
DRA. MA. DEL PILAR DIEZ GARCÍA  
DR. ROBERTO CORONADO ZARCO  
DR. SAÚL RENÁN HERNÁNDEZ LEÓN

MÉXICO, D. F .

FEBRERO 2002

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por haberme dado la vida y permitir concluir mis estudios, por estar siempre conmigo

### **A mis padres**

Por todo su apoyo y amor brindado, son mi ejemplo de superación y perseverancia; estoy orgullosa de ustedes; los quiero mucho.

### **A mi esposo**

Por su paciencia amorosa, eres mi apoyo y fortaleza permanente. Te amo

### **A mis hermanos**

Carlos y Arturo, gracias por estar siempre a mi lado

### **A mis sobrinos**

Sofi y Carlitos , por ser un estímulo para mi superación.

### **A todos los profesores y asesores**

Que intervinieron en mi formación, por compartir desinteresadamente sus conocimientos

### **A todo el personal de este Centro**

Por su apoyo proporcionado , especialmente al servicio de biblioteca e informática

### **Al Tf Rafael Jaimes**

Por su ayuda en la realización de esta investigación

### **A todos los pacientes**

Fuente inagotable de conocimiento y experiencia; especialmente a los que participaron en este estudio.

### **A mis compañeros y amigos**

De primero, segundo y tercer grado; especialmente a Xiomara, Ivette, Claudia, Arturo y Rainerio.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MATERIAL Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXO	23

# EFFECTO DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO ISOCINÉTICO E ISOTÓNICO EN LA FUERZA MUSCULAR DE TOBILLO EN PACIENTES CON ESGUINCE

## INTRODUCCIÓN

La estabilidad del tobillo esta dada por el complejo interno y externo de ligamentos, además de la interacciones e integridad muscular, nerviosa y vascular. Los ligamentos destacan en sus funciones: la información propioceptiva para la función articular, la estabilización del tobillo y la actuación como guía para dirigir el movimiento. (2,3) Un esguince se origina cuando existe una elongación brusca de alguno de los mismos

La lesión ligamentosa de tobillo es el traumatismo que más frecuentemente ocurre en la vida diaria y en la práctica deportiva hasta en un 75%

Es también el proceso que con más asiduidad se observa en los servicios de Urgencias con una frecuencia entre 7 y 18 % (11)

El 85% de estas lesiones son causadas por trauma en inversión, afectando el complejo lateral principalmente al ligamento peroneo astragalino anterior (1,2,3,4,5,6,7), 3 a 6 % son causados por evasión lesionando el ligamento deltoideo y finalmente los que afectan a la sindesmosis representan del 1 al 11% (3,5,6)

En el Centro Nacional de Rehabilitación se reportaron en 1999 un total de 1403 esguinces de tobillos y para el año 2000 1,211 casos, siendo los grupos etáreos más afectados de 15 a 64 años, con promedio de edad 30 a 49 años, afectándose más el genero femenino

Estas lesiones se clasifican en base a la patología, función e inestabilidad en tres grados según O' Donohue (8) ; el pronóstico es inversamente proporcional a la severidad (2,3,5).

En cuanto a la recuperación la literatura reporta en promedio para el grado I 11 días dio para regresar a sus actividades atléticas, el grado II requiere 2-6 semanas, y el grado III requiere más de 6 semanas (2)

La estabilidad del tobillo se ve comprometida en este tipo de lesiones esta dada por tres tipos de factores: 1) neurales; propiocepción, reflejos y tiempo de reacción; 2) musculares · fuerza y resistencia muscular y 3) mecánicos, laxitud de ligamentos laterales y laxitud del complejo articular de tobillo (8,9)

La inestabilidad crónica se presenta en el 20-40% de los pacientes con lesiones de tobillo manifestada por lesiones recurrentes con dolor, inflamación e induración, persistente desplazamiento talar, elongación de ligamentos, rigidez o limitación en rango de movilidad, cambios degenerativos tempranos dificultando el desempeño de deportes y en actividades de la vida diaria y con subsiguiente discapacidad. (1,2,3,5,9,10,11)

El tratamiento depende del tipo y la severidad de la lesión y varía desde el manejo conservador hasta el quirúrgico

El programa de rehabilitación debe cubrir los siguientes objetivos. facilitación de la curación 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 manejo de rehabilitación en los esguinces agudos comprenden cuatro fases que incluyen desde la fase aguda con utilización de medios físicos ; el fortalecimiento muscular potenciación muscular y restablecimiento de la coordinación motora a través del entrenamiento propioceptivo hasta el retorno del paciente a su práctica deportiva (4,5,6,7)

Los déficit de propiocepción se han identificado como una causa de esguinces recurrentes, varios estudios muestran que la incidencia de inestabilidad funcional del tobillo se reduce cuando se incorpora el entrenamiento propioceptivo en el protocolo. (1,5,6)

Dado que la fuerza muscular y la propiocepción se ven comprometidas el enfoque terapéutico debe dirigirse a la corrección de tales alteraciones.

Para la recuperación de la fuerza se cuenta con varias modalidades de entrenamiento que van desde el ejercicio isométrico en la fases aguda, isotónico e isocinético estos dos últimos con sus variedades concéntricas y excéntricas.

Los avances tecnológicos han conducido al desarrollo de aparatos de evaluación y entrenamiento muscular isocinético que permiten el ejercicio excéntrico y concéntrico (24)

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



Las desventajas incluyen el elevado costo del equipo, pocos profesionales relacionados con la técnica, el trabajo es por grupos musculares y en un solo plano, no alcanza velocidades reales en algunos gestos deportivos, precisa aprendizaje por parte del paciente, es difícil y requiere de mucho tiempo para adaptarlo a algunas articulaciones, la valoración depende de la motivación del paciente, No es posible utilizarlo para un programa de ejercicio

domiciliario (13, 23,24,26,27).

En la literatura no se cuentan con reportes contundentes sobre la contracción excéntrica en la modalidad isotónica e isocinética y no se ha determinado cual ofrece más ventajas para el fortalecimiento muscular. (23)

Las contracciones musculares excéntricas desempeñan un papel principal en las actividades funcionales y deportivas (13) Precede de la concéntrica formando un ciclo de alargamiento – estiramiento en la función muscular (26)

La contracción excéntrica, también llamada resistencia negativa es definida como la carga muscular que incorpora una fuerza de aplicación externa con un incremento en la tensión durante el estiramiento de la unidad músculo tendinosa ; la fuerza externa es resistida por el individuo y el músculo se alarga durante la contracción .

Difiere de la concéntrica en que la tensión muscular se desarrolla para desacelerar un brazo de palanca las fibras musculares son alargadas y el origen de inserción se aleja, además el consumo de oxígeno de 2 a 4 veces ó 25% menor que en la concéntrica y generalmente la fuerza generada durante la contracción excéntrica supera la fuerza desarrollada durante la actividad concéntrica a la misma velocidad y con el mismo ángulo , pese a que la excéntrica alcanza mayor pico de torque a velocidades más altas (13, 18, 26)

Las velocidades en las que los torques excéntricos alcanzan su máximo es a los 30 y 60 y algunos autores reportan que hasta 180 grados , Colliander y Lancerte en un programa de isocinético excéntrico que implementaron no encontraron una velocidad específica para ganancia de torque (13)

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 demostrado (20)

El entrenamiento excéntrico puede agregarse al programa de rehabilitación cuando el derrame, el dolor y el arco de movimiento lo permitan no en la fase aguda (5,6,17)

Este tipo de entrenamiento es apropiado en paciente con esguinces de tobillos recurrentes, y en los tobillos inestables para prevención de lesiones musculotendinosas, e inestabilidad se deben incluir especialmente para los grupos evertores . (6,7,14,18) También se ha descrito que es un medio para optimizar el proceso de curación por la estimulación de reflejos (25)

Algunas unidades de contracción rápida son activadas con acciones excéntricas y son más susceptibles a la lesión y producen una mayor fuerza a través de un grado de movimiento determinado (16)

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.

Asimismo involucra una continua formación y ruptura de puentes principalmente en la liberación de ATP y requiere más fuerza comparada con la formación normal.

La respuesta muscular excéntrica implica una integración entre fuerza muscular, velocidad de movimiento y grado de elongación musculotendinosa (17)

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 con la contracción excéntrica 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 una 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 medula espinal para producir el máximo esfuerzo. De esta forma la actividad excéntrica incorpora máximo reclutamiento de unidades motoras del cerebro y de medula espinal.(25)

La facilitación neuromuscular propioceptiva enfatizan la misma forma de desarrollar la tensión y las reacciones de alargamiento por lo que destaca la importancia de este tipo de entrenamiento para mejorar la propiocepción. (25)

La razón del máximo momento concéntrico /máximo momento excéntrico o razón E/C en tobillos inestables a velocidades angulares isocinéticas de 60,120, 180 y 240 °/segundo, comparada con tobillos sanos ha demostrado que los tobillos inestables son significativamente más débiles que los sanos, tanto concéntricamente como excéntricamente para la inversión y eversión a medida que la velocidad aumenta la razón E/C aumenta significativamente excepto a velocidades rápidas de 180 a 240°/segundo tanto en tobillos sanos como inestables.

El pico de torque excéntrico para músculos evertores, en grupos control y con tobillo inestable disminuye a velocidades de 180/240, contrariamente a la relación establecida de fuerza-velocidad.

Las contracciones excéntricas máximas disminuyen con las evaluaciones consecutivas excéntricas/concéntricas, debido a que las primeras son más fatigantes y que estas diferencias son más notorias a velocidades mayores de 150°/segundo

Aunque este decrementos no son estadísticamente significativos, clínicamente se sugiere una incapacidad de los músculos evertores, para realizar un trabajo excéntrico a velocidades rápidas. La inestabilidad crónica y la debilidad muscular coexisten en el tobillo inestable y son más evidentes a velocidades mayores (18)

En el momento ejercido durante condiciones isocinéticas existe un mecanismo inhibitorio que previenen el incremento del momento muscular. Uno de los componentes de este mecanismo es la coactivación de los antagonistas lo cual es dependiente en resistencia y velocidad angular del movimiento y del músculo examinado y previene una sobrecarga articular, y contribuye a la estabilización articular. (12 13)

Pese a la alta frecuencia de esguinces de tobillo, el tratamiento es controversial, aún no se cuentan con los resultados contundentes sobre el efecto y la influencia del ejercicio isocinético e isotónico en la fuerza muscular de los pacientes con esguince de tobillo. Así mismo los pacientes que no reciben un tratamiento integral que incluya fortalecimiento muscular excéntrico y entrenamiento propioceptivo, evolucionan en la mayoría de los casos a eventos recurrentes.

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 que tipo de ejercicio es el más efectivo para mejorar la fuerza muscular en pacientes con esguince de tobillo.

La hipótesis nula fue que si se sometía a pacientes con esguince de tobillo a dos programas de ejercicio excéntrico (isocinético e isotónico), para fortalecer los músculos de tobillo, no existirían diferencias en los resultados obtenidos con los mismos.

La hipótesis alterna dice que si se somete a pacientes con esguince de tobillo a dos programas de ejercicio excéntrico (isocinético e isotónico), para fortalecer los músculos de tobillo, el programa de ejercicios isocinéticos excéntricos tendrá los mejores resultados en el mejoramiento de la fuerza muscular.

## 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, agudos y subagudos, no atletas, ambos sexos con edades de 15 a 64 años, sin antecedente de diabetes mellitus o cardiopatía, sin manejo rehabilitatorio previo. Se excluyeron pacientes atletas, con esguince de tobillo grado III, que requieran tratamiento quirúrgico, con fractura de tobillo, con antecedentes de cirugía previa.

Se solicitó la autorización verbal de los pacientes y se procedió a tomar datos personales: nombre, edad, sexo, número de expediente, domicilio, ocupación, extremidad afectada, extremidad dominante, tiempo de evolución, mecanismo de lesión, sitio de lesión y número de recurrencias.

Todos los pacientes se sometieron a una evaluación inicial y final isocinética, para cuantificar la fuerza muscular en Nm, y se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos, el entrenamiento

Para realizar las evaluaciones y el entrenamiento isocinético se utilizó un equipo isocinético Biodex 3 con el aditamento de tobillo del Centro Nacional de Rehabilitación, las valoraciones las realizó un solo médico de rehabilitación y el entrenamiento por un solo terapeuta físico.

Previa evaluación se tomaron signos vitales del paciente, peso y talla y se indicó un periodo de calentamiento de 5 minutos en bicicleta fija marca Monarc a 60-80 rpm

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 : para la flexión plantar y dorsiflexión, la orientación de dinamómetro a 90 grados, la inclinación de dinamómetro a 0 grados, la orientación del asiento a 90 grados, con inclinación de 85 grados, con flexión de rodilla a 20-30 grados

Para la inversión y eversión con orientación de dinamómetro a 0 grados, inclinación de dinamómetro a 50 grados, con flexión de rodilla a 30 grados, con los parámetros para el asiento igual que para la dorsiflexión y flexión plantar.

Posteriormente se verificó la alineación del eje mecánico, la posición del paciente y los medios de sujeción

Se procedió a ingresar datos personales al sistema de computo Se calibró el equipo y se limitaron arcos de movilidad para la flexión plantar a 20 grados, para la dorsiflexión 15 grados, inversión y eversión 15 grados cada una.

Se seleccionó un protocolo de contracción concéntrica consistiendo de 3 series de cinco repeticiones con un periodo de reposo entre cada serie de 10 segundos a velocidades angulares de 60,90 y 120 °/segundo.

Con una detallada explicación de la prueba y la instrucción necesaria se inicio

La evaluación con una prueba submáxima a 90 grados a fin de que el paciente se adaptara al movimiento del equipo, una vez logrado este objetivo se inicio la evaluación definitiva con el registro gráfico y numérico de la fuerza para cada una de las velocidades estudiadas

Esta evaluación se realizó antes de iniciar el programa de entrenamiento muscular y al final de la sexta semana del mismo. Posterior a la evaluación inicial se hizo la distribución aleatoria en dos grupos de tratamiento: isocinéticos excéntricos e isotónicos excéntricos realizados ambos en el equipo Biodex 3 ( anexo 1)

Los pacientes que se encontraban en fase aguda se les dio manejo inicial para mejorar el dolor, controlar el edema, mantener movilidad de tobillo y estiramiento muscular; incluyéndose en esta fase medios físicos y electroterapia

Cabe mencionar que la prueba inicial en el equipo isocinético se realizó hasta las cuatro semanas posterior al esguince

Ambos programas consistieron de cuatro fases con duración total del programa de 8 semanas, (las 2 semanas iniciales no se dio entrenamiento a pacientes agudos, se trató el dolor y el edema) de tres sesiones por semana y con una duración por sesión de 40 minutos

Los participantes de ambos grupos, la primera semana de la fase 2, se entrenaron con isocinéticos concéntricos a velocidades angulares de 60, 90 y 120 grados a fin de que el paciente se adaptara al equipo

El grupo de isocinéticos: en la fase 3 se estableció entrenamiento con equipo isocinético tres series de 8 repeticiones, contracción excéntrica a velocidades angulares de 60, 90 y 120° con un periodo de reposo de 60 segundos entre cada velocidad. La fase 4 se aumentó el número de repeticiones a 10 a las mismas velocidades y con el mismo lapso de reposo

Para el grupo de isotónicos la fase 3 consistió en utilizar 60% del peso máximo de una prueba de 10 repeticiones, en el equipo isocinético contracción isotónica excéntrica 3 series de 10 repeticiones. Para la fase 4 continuó utilizando el 60% del peso máximo de 10 repeticiones 3 series de 10 repeticiones (el peso inicial varió entre 5-6 libras y finalmente 10-14 libras)

Ambos programas se incorporó también ejercicios para mejorar propiocepción y equilibrio, y estiramientos musculares (ANEXO I)



Las variables independientes fueron edad, sexo, grado de esguince, lado afectado y la dependiente la fuerza muscular.

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, respecto a la ocupación 40% son amas de casa, 25% estudiantes y 35% otras. El sitio de lesión ocurrió en 30% en la vía pública, 40% realizando prácticas deportivas, 20% en el hogar y 10% en sitio de trabajo. 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

En la tabla 1, correspondiente a la comparación de la fuerza inicial contra la final del grupo de ejercicios isocinéticos, se puede observar una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.0001$ ) en la flexión plantar en las tres velocidades estudiadas, de igual manera para la eversión con  $p = 0.01$  a los  $60^\circ$ ,  $p = 0.001$  a los  $90^\circ$  y  $p = 0.012$  a los  $120^\circ$ . La dorsiflexión muestra una disminución de la fuerza entre la inicial y la final en las tres velocidades, sin cambios estadísticamente significativos. Y en la inversión hubo un aumento de la fuerza final en las tres velocidades, pero no fue significativa.

**Tabla 1.**  
**Promedios de Fuerza Inicial vs Final en las tres velocidades**  
**Ejercicios Isocinéticos.**  
**(n = 8)**

Flexión Plantar	Fuerza Inicial	Fuerza Final	Valor de P
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

En cuanto al grupo de isotónicos, la tabla 2 muestra cambios significativos entre la evaluación inicial y final en las cuatro fuerzas y en todas las velocidades estudiadas, con excepción de la fuerza de dorsiflexión a los 120°/segundo de velocidad.

**Tabla 2.**  
**Promedios de Fuerza Inicial vs Final en las tres velocidades**  
**Ejercicios Isotónicos.**  
**(n = 8)**

Flexión Plantar	Fuerza Inicial	Fuerza Final	Valor de P
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

Finalmente en la tabla 3 se comparan los promedios de fuerzas entre un grupo y otro. Véase que sólo en la fuerza de la flexión plantar a 60°/segundo hay unan diferencias significativa (  $p = 0.04$ ) a favor del grupo con ejercicios isocinéticos (71.3 contra 49.6 del grupo con isotónicos) En el resto de las fuerzas que se comparan no hubo 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

**Tabla 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 concuerda con la literatura mundial reportada en cuanto a la edad de presentación, el mecanismo de lesión en los pacientes estudiados en el 100% de los casos fue en flexión plantar e inversión, la literatura reporta hasta un 85% lo que sugiere la posibilidad de una previa debilidad de los músculos que participan en la eversión y dorsiflexión.

A pesar de la alta frecuencia de esguinces de tobillo; las técnicas diagnósticas y terapéuticas varían ampliamente y por ello es frecuente que se presente inestabilidad crónica como secuela, lo que dificulta el retorno de la práctica deportiva y de las actividades cotidianas por lo que la adecuada selección del tratamiento a seguir es indispensable para asegurar un resultado funcional (10)

Aunque la mayoría de estas lesiones pueden ser tratadas con rehabilitación y sin tratamiento quirúrgico, el 20-40 % evolucionaron a inestabilidad y subsecuente discapacidad

Muchos de estos pacientes pueden ser tratados satisfactoriamente con reparaciones tardías o reconstrucciones, sin embargo a pesar de la cirugía algunos pueden persistir de por vida con inestabilidad objetiva o subjetiva (1)

Dentro del programa de rehabilitación se enfatiza la importancia del fortalecimiento muscular de los flexores plantares, evertores y dorsiflexores y del entrenamiento propioceptivo (5,6,18)

Se utiliza para desarrollar la fuerza muscular ejercicios isométricos, isotónicos e isocinéticos, estos últimos en sus dos variedades de contracción excéntrica y concéntrica. Aunque se reporta que la fuerza generada por cada grupo muscular no difiere significativamente entre varios ejercicios (6)

Los ejercicios isocinéticos juegan un papel muy importante en el fortalecimiento de tobillo debido a que la velocidad del ejercicio es parecida a la que ocurre en las actividades deportivas (24)

En gran cantidad de actividades funcionales diarias y deportivas implican contracciones excéntricas. Lo que hace aplicable el principio de la especificidad: las técnicas de trabajo y de exámenes deben simular las demandas físicas reales tanto como sea posible

El método excéntrico también es útil en el entrenamiento de la propiocepción (25). Se ha discutido en la literatura sobre la ventaja del ejercicio isocinético sobre el isotónico, y en cuanto al tipo de contracción, se reporta que la carga excéntrica en el isotónico desarrolla tensión muscular de más del 40% y es 1.8 veces mayor que la concéntrica, sin embargo no se ha realizado este mismo estudio con el tipo de ejercicio isocinético, por lo que no tenemos soporte en la literatura para comparar los resultados obtenidos en este estudio. (17,18,21)

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 requiere más aprendizaje y también son los más deficientes en fuerza muscular.

Con respecto a las velocidades isocinéticas específicas para lograr una ganancia en el torque excéntrico, la literatura reporta de 30 y 180 grados, aunque algunos autores no han encontrado una velocidad específica para el desarrollo máximo

Asimismo sobre las velocidades evaluadas en este estudio fueron de 60, 90 y 120 grados por debajo de lo recomendado por la literatura, 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 se recomienda que la duración de un programa de entrenamiento debe de ser de 6 a 8 semanas; en el presente estudio se llevo a cabo un programa de 6 semanas de duración; lo que condicionó que 4 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

Los resultados del presente estudio nos orientan a que hubo una mejoría comparando la evaluación inicial y final en ambos grupos, con predominio del isotónicos en todos los movimientos estudiados, sin embargo al comparar la evaluación final de los dos grupos encontramos una diferencia significativa para la flexión plantar a favor de los ejercicios isocinéticos.

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 inversión <sup>(4,5,6)</sup>

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 muestra y manejo de velocidades más elevadas

Este estudio solo del grupo de isotónicos un paciente presento un segundo evento con una lesión completa del ligamento talofibular anterior atribuido a una reincorporación temprana no autorizada a sus actividades deportivas, y uno más presentaron dolor crónico y sensación de inestabilidad. Lo que refleja que pese a que este grupo mostró mayor fuerza muscular el efecto propioceptivo que se logra con los isocinéticos no es superado

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



Este estudio solo del grupo de isotónicos un paciente presento un segundo evento con una lesión completa del ligamento talofibular anterior atribuido a una reincorporación temprana no autorizada a sus actividades deportivas, y uno más presentaron dolor crónico y sensación de inestabilidad. Lo que refleja que pese a que este grupo mostró mayor fuerza muscular el efecto propioceptivo que se logra con los isocinéticos no es superado

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

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 all 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 all. 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 all Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle *Orthopedic clinics of North America*. 1994;25 1-15
6. - Mascaro T. et all. 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 all. 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 all. The effects of ankle compliance and flexibility on ankle sprains *Medicine & Science in Sport& Exercise* 2000;32:260-265
- 10.-Hertel J et all 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 & Excercise*.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. Brith 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 Physiol 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.- Morrisey MC , harman EA, Jonson MJ: Resistanse training modes: especificity and effectiveness: Med Science Sport Exercicio 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 G:J: A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage 1992 4ta edición Hardcover.
- 25 - Rownski M:J· The role of eccentric exercise. Biodex Evaluation & Management

26.- Urrialde J-A: Los isocinéticos y sus conceptos principales. Fisioterapia  
1998;20:2-7

27 - Andel M. Prerequisites and limitations to isokinetic measurements in  
humans. Eu. Appl Physiol 1996, 73 225-230

28.- Conelly, Carnahan, Heather; Vandervoot 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 1998, 68.233

**ANEXO**

# PROTOCOLO ISOCINÉTICO EN PACIENTES CON ESGUINCE DE TOBILLO

## FASE I (SEMANA 0-2) MAS DE DOS SEMANAS DE OCURRIDO EL EVENTO

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

## FASE II (SEMANA 2-4)

- 1 - Biciergómetro 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 60,90 y 120°/segundo, on periodo de descanso de 1 minuto 3 series de 6 tres veces a la semana
- 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 post sesión 10 minutos

## FASE III (SEMANA 4-6)

- 1.- Biciergómetro 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.- Estramiento de tríceps sural, dorsiflexores
- 7.- Técnicas para mejorar propiocepción  
Correr . figura de ocho de círculos amplios a círculos más pequeños  
Salto de altura de 15-30 cm  
Subir escaleras corriendo si lo tolera

8.- Crioterapia post sesión 10 minutos

#### FASE IV ( SEMANA 6-8)

1.- Biciergómetro 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 , saltos de altura de 30-60 cm, carrera rápida

6.- Crioterapia post sesión 10 minutos

## PROTOCOLO ISOTÓNICO EN PACIENTES CON ESGUINCE DE TOBILLO

### FASE I (SEMANA 0-2) MAS DE DOS SEMANAS DE OCURRIDO EL EVENTO

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

### FASE II (SEMANA 2-4)

- 1.- Biciergómetro sin resistencia 5 minutos
- 2.- Movilización activa en flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión libre de dolor.
- 3.- Minisquats 3 series de 8 repeticiones 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 8 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  
Subir y bajar escaleras , hacia delante y hacia atrás
- 8 - Crioterapia 10 minutos post sesión

### FASE III (SEMANA 4-6)

- 1 - Biciergómetro 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  
Salto de altura de 15-30 cm  
Subir escaleras corriendo si lo tolera
- 8.- Crioterapia 10 minutos post sesión