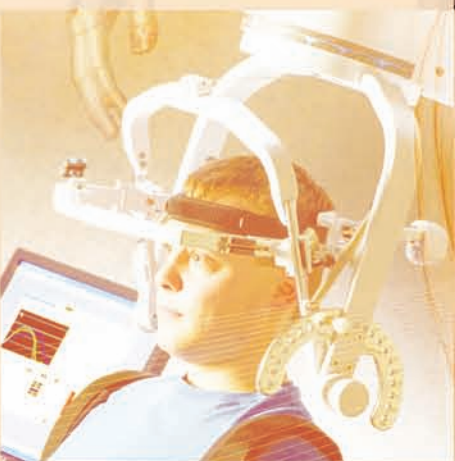


# III Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño. Técnicas Avanzadas en Fisioterapia



## Director del Máster

### **Dr. D. Néstor Pérez Mallada**

Doctor en Biomedicina y Ciencias de la Salud. Fisioterapeuta. Director del Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño. Técnicas Avanzadas en Fisioterapia. Jefe de Estudios de Fisioterapia de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios". Universidad Pontificia Comillas.

## Profesores del Máster

### **D. José Víctor Alfaro Santafé**

Máster en Biomecánica. Diplomado en Podología. Diplomado en Enfermería. Director de Podactiva.

### **D<sup>a</sup>. María Alonso Fraile**

Responsable de la Unidad de Terapia en el Agua. Instituto Fundación San José. Especialista en Terapia en el Agua.

### **D. Antonio José del Ama Espinosa**

Ingeniero Industrial. Máster en Robótica y Automática. Unidad de Biomecánica y Ayudas Técnicas del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo.

### **Dra. D<sup>a</sup>. Ana Bengoechea**

Doctora en Fisioterapia. Profesora de la Universidad Libre de Bruselas. Especialista en EMGS y Aplicaciones Biomecánicas.

### **D. Ricardo Blanco Méndez**

Máster en Fisioterapia del Deporte y Máster en Bioética. Fisioterapeuta Osteópata C.O. Profesor de la E.U. de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas).

### **D. Luis Garcés Pérez**

Licenciado en Medicina y Cirugía. Especialidad en Medicina Física y Rehabilitación. Investigador del Instituto de Biomecánica de Valencia.

### **D<sup>a</sup>. Adela García González**

Máster Oficial en Osteopatía y Especialista en Inducción Miofascial. Fisioterapeuta. Profesora de la E.U. de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas).

### **Dr. D. Ángel Gil Agudo**

Doctor en Medicina. Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. Responsable de la Unidad de Biomecánica y Ayudas Técnicas del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo.

### **D. Enrique Gilsanz Cáceres**

Osteópata C.O. Fisioterapeuta.

### **D. Mario González Díaz**

Fisioterapeuta y Osteópata. Director de la Escuela Belga-Española de Osteopatía (FBEO).

### **Dr. D. Azael J. Herrero Alonso**

Doctor en Biomecánica. Licenciado en Actividad Física y Deporte. Director del Centro de Investigación en Discapacidad Física, Director de ASPAYM Castilla y León.

### **D. Sergio Lerma Lara**

Máster Oficial en Dolor. Fisioterapeuta del Laboratorio de Biomecánica del Hospital Universitario Niño Jesús.

### **D<sup>a</sup>. Sandra Lois Gutiérrez**

Osteópata C.O. Fisioterapeuta. Profesora de la Universidad Europea de Madrid.

### **D. Carlos López Moreno**

Máster Oficial en Osteopatía. Fisioterapeuta. Profesor de la E.U. de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas).

### **Dr. D. Miguel Ángel Lorenzo Agudo**

Doctor en Medicina y Rehabilitación. Responsable de la Unidad de Valoración Funcional de Ibermutuamur.

### **Dr. D. Carlos Martín Saborido**

Doctor en Biomedicina y Ciencias de la Salud. Fisioterapeuta. Profesor de la E.U. de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" (Universidad Pontificia Comillas).

### **D<sup>a</sup>. Mónica Mata Mayrand**

Fisioterapeuta Especialista en GDS, Cadenas Musculares y Terapia Cráneo Sacra.

### **D<sup>a</sup>. Soraya Pérez Nombela**

Fisioterapeuta. Unidad de Biomecánica y Ayudas Técnicas del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo.

### **D. Jesús Requena García**

Osteópata D.O. m.R.O.E. Fisioterapeuta. Profesor de Osteopatía en España. Colaborador con la FBO.

### **Dra. D<sup>a</sup>. María Ana Sáenz Nuño**

Doctora en Ingeniería Electromecánica por la Universidad Pontificia Comillas. Profesora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) (Universidad Pontificia Comillas).

# III Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño. Técnicas Avanzadas en Fisioterapia



*Prohibida la reproducción de esa publicación, ni en su totalidad ni en parte,  
por cualquier medio, sin autorización del centro editor.*

© 2014

**III Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño.  
Técnicas Avanzadas en Fisioterapia**

**Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios - Ciempozuelos  
Universidad Pontificia Comillas**  
Primera edición: **abril 2014**

Edita: **ADEMÁS Comunicación Gráfica**  
Diseño y maquetación: **Francisco J. Carvajal**  
Imprime: **GRAFO**

ISBN: 978-84-939918-6-9  
Depósito legal: M-5327-2014

# Presentación

El libro que tiene entre sus manos, es un compendio de los trabajos del **“Máster en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño, Técnicas Avanzadas en Fisioterapia”** que se imparte en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” Universidad Pontificia Comillas, recogen un conjunto de proyectos de investigación de la tercera promoción del Máster que comenzó en Septiembre de 2012 y finalizaron sus asignaturas en Setiembre de 2013.

La creación en el año 2012 de la **Unidad Clínica de Investigación en Biomecánica y Fisioterapia**, junto con el Grupo de Investigación en Fisioterapia: **Investigación Biomecánica, Fisioterapia y Calidad de vida** denotan y remarcan el interés, el apoyo, y la implicación de la Dirección de la Escuela y de la institución, por fomentar la investigación la ampliación de conocimiento, y el crecimiento profesional en el área de Fisioterapia.

**El Máster Universitario en Biomecánica aplicada a la valoración del daño; Técnicas Avanzadas en Fisioterapia**, es el primer Máster Universitario de España que incluye una formación en investigación junto a herramientas de valoración biomecánica para las distintas técnicas de tratamiento existentes en el área de la Fisioterapia, disponiendo de laboratorios de biomecánica equipados con tecnología de alta especialización.

Quiero felicitar a la totalidad de los alumnos cuyos proyectos se presentan a continuación, por su esfuerzo y excelente trabajo para llevarlos adelante y sin los cuales la presente publicación no habría sido posible. Del mismo modo también, como no puede ser de otro modo pues sería imposible haber llegado hasta aquí sin ellos, debo agradecer a todos los profesores colaboradores con el programa del Máster así como a los tutores, que con su trabajo, disciplina académica, apoyo al alumno y conocimientos, han permitido que este libro pueda ser hoy día una realidad.

Trasladar por último, mi profundo agradecimiento como Director del Máster, a las entidades colaboradoras que han apoyado la divulgación de la biomecánica, su fomento clínico y su contribución en las prácticas clínicas.

Esperamos que estos artículos de los proyectos resumidos de los alumnos del máster sean de su interés y en un futuro cercano poder ser ejecutados tal y como sus diferentes autores nos presentan a continuación.

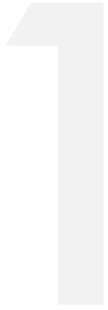
Agradecerles su atención:

**Dr. D. Néstor Pérez Mallada**

*Director del Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño. Técnicas Avanzadas en Fisioterapia.*  
Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”  
Universidad Pontificia Comillas  
nestor.perez@upcomillas.es

# Índice

	Presentación .....	3
1	Estudio de momento máximo fuerza isocinética en rotación interna de hombro en sujetos sanos intervenidos con el método pilates. <i>Sabrina Alavez García</i> .....	5
2	Trabajo isocinético vs trabajo pliométrico en la variación del <i>peak torque</i> de rotación interna en pacientes con inestabilidad anterior glenohumeral. <i>Silvia Bermúdez Niño</i> .....	11
3	Estudio de la fatigabilidad de la musculatura del suelo pélvico tras realizar un entrenamiento de la musculatura abdominal. <i>Carolina Galocha Morgado</i> .....	17
4	Efectividad de la punción seca de puntos gatillo miofasciales en el Síndrome de Impingement Subacromial. <i>Adrián García Catalán</i> .....	21
5	Estudio isocinético de la flexión plantar de tobillo tras el uso prolongado de una ortesis elástica en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo. <i>Juan Francisco García Vázquez</i> .....	31
6	Fortalecimiento isocinético del cuádriceps <i>versus</i> fortalecimiento clásico en pacientes con Síndrome de dolor Femoropatelar. <i>María Garrido Luis</i> .....	45
7	Efecto del <i>kinesio taping</i> en la fuerza de extensión de rodilla tras roturas musculares grado II de recto anterior de cuádriceps. <i>Lucía Gómez Hernández</i> .....	53
8	Estudio piloto de la eficacia de la intervención fisioterapéutica en la relación entre el paralelismo de las cinturas escapular y pélvica y el dolor lumbar en el swing en jugadores amateur de golf. <i>María Gómez Menéndez</i> .....	61
9	Estudio del rango de movilidad de la pelvis durante la marcha usando un cinturón sacroilíaco sobre la articulación de la pelvis en mujeres puérperas. <i>Patricia Jiménez Garrido</i> .....	67
10	Estudio isocinético de fuerza en musculatura abductora de hombro en sujetos con Síndrome de Pinzamiento Subacromial tras Manipulación Osteopática. <i>Heraldo Nascimento Mota</i> .....	75
11	Estudio de la variación en la señal electromiográfica de recto anterior de cuádriceps post manipulación de L3. <i>Lorea Rodríguez Pérez</i> .....	83
12	Aumento del momento máximo de la fuerza muscular del cuádriceps con punción seca en puntos gatillo miofasciales. <i>Eduardo Sánchez Muñoz</i> .....	93



*Sabrina Alavez García*

Tutor: Néstor Pérez Mallada

## Estudio de momento máximo fuerza isocinética en rotación interna de hombro en sujetos sanos intervenidos con el Método Pilates.

*Isokinetic strength peak torque on shoulder internal rotation study after intervention with the Pilates Method on healthy subjects.*

### Palabras clave:

Hombro, Pilates, dinamometría isocinética y fuerza.

### RESUMEN

**Introducción:** En las últimas décadas el Método Pilates se ha extendido mucho. Se está aplicando en el deporte para la mejora de la técnica y el rendimiento y conseguir un movimiento más armónico; también se está aplicando en el campo de la rehabilitación física para mejorar el control postural y motor y para mejorar la fuerza y la flexibilidad en los pacientes. Hay poca evidencia científica de los beneficios que Joseph Pilates enumeró sobre su método.

**Objetivo:** La intención de este estudio es comprobar si el método Pilates produce cambios en el momento máximo de fuerza isocinética de la rotación interna del hombro dominante en sujetos sanos.

**Diseño:** Es un estudio analítico cuasi experimental prospectivo pre-post.

**Población:** Se estudiarán los efectos sobre 60 sujetos sanos de ambos sexos con edades comprendidas entre 18 y 40 años, reclutados en la escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” de la Universidad Pontificia Comillas.

**Intervención:** Se aplicará un programa de ejercicios basados en el método Pilates durante 6 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones semanales de una hora. Los ejercicios se harán en colchoneta y con implementos (rulos, aros, bandas elásticas y mancuernas).

### Keywords:

Shoulder, Pilates, isokinetic dynamometry and strength.

### ABSTRACT

**Introduction:** In recent decades Pilates Method has been extended far. It is being applied in sports to improve the technique and the performance and to achieve a most harmonic movement; also is being applied in the field of physical rehabilitation to improve postural and kinetic control and to improve strength and flexibility in patients. There is little scientific evidence about the benefits that Joseph Pilates listed on his method.

**Objective:** The aim of this study is to check whether The Pilates Method produces changes in isokinetic peak torque of dominant shoulder internal rotation, on healthy subjects.

**Design:** This is a quasi-experimental prospective (pre-post) analytical study.

**Population:** There will be studied the effects over 60 healthy subjects of both sexes, aged between 18 and 40 years, recruited at “Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios” at Pontificia Comillas University.

**Intervention:** It will be applied a 6 weeks Pilates based exercises program, with a frequency of two hour weekly sessions. The exercises will be on mat and implements (foam rollers, flex rings, flex bands, and dumbbells).

## INTRODUCCIÓN

El hombro por su diseño es una articulación muy móvil que es una cualidad necesaria y útil en las actividades de la vida diaria, en el trabajo y los deportes, pero también la hace muy vulnerable a problemas por inestabilidad o pinzamiento que son los más frecuentes. La articulación glenohumeral está estabilizada por elementos estáticos (ligamentos, cápsula) y dinámicos (musculatura). Los problemas mencionados pueden aparecer frente a desequilibrios musculares que provocan desalineación articular y mantenida en el tiempo lleva al deterioro del mecanismo estabilizador<sup>(1,2,3)</sup>.

Los músculos rotadores además de la función de mover la articulación glenohumeral son los principales estabilizadores<sup>(4,5,6,7)</sup> y para que cumplan esta función es necesario que tengan una fuerza conservada<sup>(3)</sup>. La dinamometría isocinética es un método fiable para obtener datos sobre la fuerza muscular. Permite que las evaluaciones sean reproducibles por otros investigadores. La variable que más se utiliza es el momento máximo de fuerza que se correlaciona muy bien con la fuerza.

Es difícil la comparación de datos entre estudios porque no existen protocolos estandarizados de colocación y ejecución de los tests, porque hay una amplia variedad de equipos, diferencias en el procesamiento de los datos y grupos de población muy



diferentes<sup>(3,6,8,9,10)</sup>. A causa de la amplia libertad de movimiento del hombro existen gran variedad de posiciones y planos articulares para llevar a cabo su evaluación<sup>(9)</sup>. El uso de medidas normalizadas como momento máximo de fuerza/peso corporal permite comparaciones entre sujetos de diferentes condiciones morfológicas<sup>(3)</sup>.

El método Pilates fue diseñado por Joseph Pilates para fortalecer su cuerpo débil cuando era niño porque padecía asma y raquitismo<sup>(11,12,13)</sup>. Es un método que al mismo tiempo combina el fortalecimiento muscular y la flexibilidad en el grupo antagonista<sup>(13,14,15,16)</sup>. Los músculos cortos y fuertes son alargados e inhibidos usando un rango activo de movimiento. El acortamiento muscular activo alarga e inhibe a su antagonista dominante, esto significa que un ejercicio individual se puede usar para estirar un músculo y para fortalecer otro<sup>(17)</sup>. Este mismo efecto se obtiene con el método Pilates. Los principios descritos originalmente por Pilates son: centro, concentración, control, precisión, fluidez y respiración<sup>(11,12,14,16,18,19,20)</sup>.

La mayor parte de los estudios que existen en la actualidad evalúan los efectos de Pilates para el control del dolor crónico lumbar y en líneas generales los resultados no son muy fiables debido a que la metodología científica tiene deficiencias y debido a los pequeños tamaños muestrales<sup>(14,16,19)</sup>. La mayoría de estudios concluyen que es necesaria más investigación para demostrar los beneficios del Pilates<sup>(15)</sup>.

Según explica Aladro-Gonzalvo A.R. et al.<sup>(15)</sup> en su estudio, La Touche et al., encontraron efectos positivos con el método Pilates como el aumento de la función general y la disminución en el dolor de pacientes con dolor lumbar en específico. Concluyeron que es necesaria más investigación<sup>(15)</sup>. En Pilates se usan muchos ejercicios de cadenas cinéticas, algo que se estudia bastante en la literatura científica, tanto para el deporte como para la rehabilitación. Prokopy M.P. et al.<sup>(21)</sup>, explican que muchos estudios observan que una cantidad significativa de contracción muscular sucede alrededor de las articulaciones dinámicas durante los ejercicios en cadena cinética cerrada, posiblemente en respuesta neuromuscular a fuerzas compresivas articulares. Observan también que en sujetos sanos ha mejorado significativamente la estabilidad glenohumeral en cadena cinética cerrada lo que mejora el rendimiento y la estabilidad dinámica articular y la propiocepción. Según Dannelly B.D. et al.<sup>(22)</sup>, los ejercicios en cadena cinética cerrada y abierta son igual de eficaces a la hora de producir fuerza máxima, la diferencia es que la cadena cerrada tiene una superioridad funcional.

## ■ MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Es un estudio analítico cuasi experimental prospectivo pre-post, en el que se pretenden medir los valores del momento máximo de fuerza de los rotadores internos del hombro tras una intervención de 6 semanas con el método Pilates.

### • Población

El estudio se llevará a cabo en una muestra de 60 sujetos sanos, hombres y mujeres, reclutados de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, Universidad Pontificia Comillas. Los participantes son estudiantes y trabajadores de la Escuela. No se tiene en cuenta para la inclusión que practiquen o no actividad física, puesto que se

pretende ver efectos en diferentes grupos de población atendiendo a esta condición. También se pretende evaluar si hay diferencias entre los grupos de edad y entre sexos.

Los criterios de exclusión son los siguientes: Padecer algún dolor o patología del hombro, la columna vertebral o el tórax, haber participado en clases de Pilates durante los últimos 6 meses, tener una vida laboral que suponga la carga de pesos, las contraindicaciones propias de la cinesiterapia y la actividad física, tener respuestas afirmativas en los cuestionarios de salud, tener dolor o limitación de la movilidad en la exploración física, que aparezca dolor durante los tests o el programa de ejercicios, mostrar una mala comprensión-ejecución de los tests, el estado de gestación.

A aquellos voluntarios que cumplan todos los criterios de inclusión y no reúnan ninguno de exclusión, se les explicará en qué consiste el estudio y se les entregará el consentimiento informado y los cuestionarios de salud.

#### • Recogida y análisis de datos

Prevía a la evaluación isocinética se realizará una breve exploración física de la movilidad general del hombro y la columna cervico-dorsal. Para realizar la evaluación se hará un calentamiento del hombro con bandas elásticas y una familiarización con el equipo y la prueba realizando 3 repeticiones submáximas del test isocinético. Dejaremos un tiempo de descanso de 2 minutos.

Usaremos el equipo de dinamometría isocinética Primus RS® de la casa BTE Technologies Baltimore, situado en el laboratorio de biomecánica de la escuela. Realizaremos un test isocinético concéntrico a 60°/s de los rotadores internos del hombro dominante. Para ello colocaremos al sujeto sentado y cinchado a la silla con el peto torácico y el cinturón pélvico. Los pies en el aire y la mano contralateral reposando en el muslo. El eje del húmero se coloca en línea con el eje del dinamómetro y el brazo en Abd de 45° en el plano escapular (30° respecto del plano frontal). La posición será registrada fotografiada para poderla reproducir en la segunda evaluación. El test consta de tres repeticiones del movimiento de rotación interna en contracción concéntrica con vuelta pasiva hacia la rotación externa. El rango articular del test es de 100°, desde 40° de rotación externa a 60° de rotación interna.

#### • Intervención

En este estudio el plan de intervención dura 6 semanas en las que cada participante realizará dos sesiones semanales de 60 minutos cada una. Inicialmente se practicarán los ejercicios básicos de suelo, con la introducción posterior de diferentes implementos (rulo, banda elástica, banda rígida, mancuernas, aro flexible), con el fin de ir aumentando el nivel de dificultad y la carga.

El peso corporal es la principal resistencia en el suelo<sup>(12)</sup>. Para favorecer el desarrollo muscular las progresiones pueden hacerse modificando la acción de la gravedad, la base de apoyo y la longitud del brazo de palanca e introduciendo implementos<sup>(11,12,13)</sup>. Todo esto ofrece multitud de variantes de los ejercicios del suelo. En el nivel de principiante la posición más usada será el decúbito supino. Se realizarán movimientos controlados de los miembros y se buscará el reclutamiento muscular del tronco para mantener la postura neutra. Progresivamente se irán añadiendo ejercicios del miembro superior para desarrollar el control de la cintura escapular. También se introducirán los implementos para desafiar la estabilidad postural<sup>(11,12,13)</sup>.

En el nivel intermedio en una sesión típica, se utilizarán las posturas de decúbito (supino, lateral y prono), sedestación y cuadrupedia. El reto está en mantener la postura articular neutra durante las diferentes orientaciones en contra de la gravedad. Gradualmente se irán introduciendo implementos y ejercicios de rodillas y en bipeDESTACIÓN<sup>(11,12,13)</sup>.

## RESULTADOS

Pretendemos obtener resultados de nuestra variable principal, será la media entre el pre y el post del momento máximo de fuerza isocinética del hombro dominante. Es una variable cuantitativa continua y dependiente medida en Newtons/metro.

Pretendemos también evaluar si existen cambios con respecto a nuestras variables secundarias, diferencias entre sexos (variable cualitativa nominal), entre grupos de edades (variable cuantitativa continua) y entre grupos de frecuencia de práctica deportiva (variable cualitativa).

## DISCUSIÓN

Por el tipo de estudio, la literatura científica disponible actualmente sobre mi intervención y por el periodo de duración de la intervención, se pueden observar limitaciones en este estudio.

El tamaño muestral está calculado en base a una población que no comprende a mi población total.

El proyecto de investigación cuasi experimental no aleatorizado, por un lado no da resultados científicos puesto que no llevamos a cabo la intervención, y por el otro, si la lleváramos a cabo posiblemente tendríamos sesgos, por la alta duración de la intervención.

El programa de ejercicios se desarrolla durante 6 semanas para poder observar cambios en la fuerza, esto tiene el riesgo de que una parte importante de los participantes se descuelguen del seguimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MORREY BF, ITOI E, AN KN: "Biomecánica del hombro". En: Rockwood, Matsen, Wirth & Lippitt. *Hombro*. 1ª ed. Madrid: Marban; 2007. 229-273.
- (2) TREW M, EVERETT T: *Fundamentos del movimiento humano*. 5ª ed. Barcelona: Masson; 2006.
- (3) EDOUARD P, DEGACHE F, BEGUIN L, SAMOZINO P, GRESTA G, FAYOLLE-MINON I, et al. Rotator cuff strength in recurrent anterior shoulder instability. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011 Apr 20; 93(8):759-65.
- (4) KAPANDJI AI: *Fisiología articular. Tomo I Miembro Superior*. 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1998.
- (5) CALAIS-GERMAIN B: *Anatomía para el movimiento. Tomo I Introducción al análisis de las técnicas corporales*. 2ª ed. Barcelona: La liebre de Marzo; 2004.

- (6) GOŁEBIEWSKA JA, MASTALERZ A, ZIELIŃSKI JR: "Isokinetic muscle torque during glenohumeral rotation in dominant and nondominant limbs". *Acta Bioeng Biomech.* 2008; 10(2):69-73.
- (7) DAUTY M, DOMINIQUE H, HÉLÉNA A, CHARLES D: "Évolution de la force isocinétique des rotateurs d'épaule avant et à trois mois d'une stabilisation de l'épaule par technique chirurgicale de Latarjet". *Ann. Readapt. Med. Phys.* 2007 May; 50(4): 201-8. Epub 2007 Feb 9.
- (8) LERTWANICH P, LAMSAM C, KULTHANAN T: "Difference in isokinetic strength of the muscles around dominant and nondominant shoulders". *J. Med. Assoc. Thai.* 2006 Jul; 89(7):948-52.
- (9) FORTHOMME B, DVIR Z, FORTHOMME B, DVIR Z, CRIELAARD JM, CROISIER JL: "Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position". *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2011 May; 31(3):227-32. Epub 2011 Jan 13.
- (10) GOZLAN G, BENSOUSSAN L, COUDREUSE JM, FONDARAI J, GREMEAUX V, VITON JM, et al.: "Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique: comparaison entre épaule dominante et non dominante". *Ann. Readapt. Med. Phys.* 2006 Feb; 49(1):8-15. Epub 2005 Jul 14.
- (11) DI LORENZO CE: "Pilates: what is it? Should it be used in rehabilitation?" *Sports Health.* 2011 Jul; 3(4):352-61.
- (12) KLOUBEC JA: "Pilates: how does it work and who needs it?" *Muscles Ligaments Tendons J.* 2011 Dec 29; 1(2):61-6.
- (13) POSADZKI P, LIZIS P, HAGNER-DERENGOWSKA M: "Pilates for low back pain: a systematic review". *Complement Ther. Clin. Pract.* 2011 May; 17(2):85-9. Epub 2010 Oct 15.
- (14) CRUZ-FERREIRA A, FERNANDES J, LARANJO L, BERNARDO LM, SILVA A: "A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people". *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2011 Dec; 92(12):2071-81. Epub 2011 Oct 24.
- (15) ALADRO-GONZALVO AR, MACHADO-DÍAZ M, MONCADA-JIMÉNEZ J, HERNÁNDEZ-ELIZONDO J, ARAYA-VARGAS G: "The effect of Pilates exercises on body composition: a systematic review". *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2012 Jan; 16(1):109-14. Epub 2011 Jul 2.
- (16) WELLS C, KOLT GS, BIALOCERKOWSKI A: "Defining Pilates exercise: a systematic review". *Complement Ther. Med.* 2012 Aug; 20(4):253-62. Epub 2012 Mar 13.
- (17) MALLIOU PC, GIANNAKOPOULOS K, BENEKA AG, GIOFTSIDOU A, GODOLIAS G: "Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: a comparative study of various training methods". *Br. J. Sports Med.* 2004 Dec; 38(6):766-72.
- (18) KLOUBEC JA: "Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture". *J. Strength Cond. Res.* 2010 Mar; 24(3):661-7.
- (19) MIYAMOTO GC, COSTA LO, GALVANIN T, CABRAL CM: "Efficacy of the addition of modified Pilates exercises to a minimal intervention in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial". *Phys. Ther.* 2013 Mar; 93(3):310-20. Epub 2012 Oct 11.
- (20) ROBINSON L, THOMSON G: *El método Pilates: equilibrio para un cuerpo en forma.* Barcelona; 2005.
- (21) PROKOPY MP, INGERSOLL CD, NORDENSCHILD E, KATCH FI, GAESSER GA, WELTMAN A: "Closed-kinetic chain upper-body training improves throwing performance of NCAA division I softball players". *J. Strength Cond. Res.* 2008 Nov; 22(6):1790-8.
- (22) DANNELLY BD, OTEY SC, CROY T, HARRISON B, RYNDERS CA, HERTEL JN, et al.: "The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women". *J. Strength Cond. Res.* 2011 Feb; 25(2):464-71.

# 2

*Silvia Bermúdez Niño*

Tutor: Carlos López Moreno

## Trabajo isocinético vs trabajo pliométrico en la variación del *peak torque* de rotación interna en pacientes con inestabilidad anterior glenohumeral.

*Isokinetic vs plyometric training in the variation of shoulder internal rotators peak torque in patients with anterior shoulder instability*

### Palabras clave:

Hombro, inestabilidad, pliometría, isocinético, dinamómetro.

### RESUMEN

El objetivo de este proyecto es comparar la efectividad del trabajo isocinético con el trabajo pliométrico en inestabilidades anteriores glenohumorales, para conseguir un aumento de *peak torque* de los rotadores internos de hombro.

Para ello se llevaran a cabo evaluaciones, previamente al inicio del programa de fortalecimiento asignado y otra una vez finalizado, empleando un test isométrico en un dinamómetro isocinético.

La muestra formada por 128 pacientes se aleatorizará en uno u otro grupo de trabajo: isocinético o pliométrico. Ambos llevaran a cabo un programa de 8 semanas de duración con una frecuencia de 2 veces en semana.

Finalmente el análisis estadístico de los resultados, se realizará con el programa PASW Statistics (SPSS) versión 17.0.

### Keywords:

Shoulder, Instability, plyometric exercise, isokinetic, dynamometer.

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to compare the effectiveness of isokinetic and plyometric training program in patients with anterior glenohumeral instability, to increase the peak torque of the shoulder internal rotators.

Evaluation on patients will be made by an isokinetic dynamometer before and after the training program with an isometric test.

The sample consists of 128 patients randomly assigned to one of the training patterns: the plyometric group and the isokinetic group. Both coaching system were practice twice a week during 8 weeks.

Finally, a statistical analysis of the results by using PASW Statistics program will be made to provide a better understanding in the comparison of the two treatments.

## ■ INTRODUCCIÓN

La escasa congruencia articular de las superficies articulares junto con la poca profundidad de la cavidad glenoidea, y los tres grados de libertad<sup>(1,2)</sup>, hacen del complejo articular del hombro uno de los segmentos anatómicos más inestables (23,9 % personas/año<sup>(3,4)</sup>), de las cuales, el 95-98% son inestabilidades anteriores. La inestabilidad de hombro se define como la situación clínica en que la cabeza humeral se mueve en relación con la cavidad glenoidea más allá de los 3 mm fisiológicos de translación<sup>(5)</sup>.

Para comprender mejor la inestabilidad glenohumeral debemos conocer sus mecanismos estabilizadores, que son de dos tipos: estáticos (engloban labrum, ligamentos glenohumerales y coracocumerales, cápsula articular y la presión negativa intrarticular) y dinámicos (manguito de los rotadores<sup>(6)</sup> y porción larga del bíceps braquial considerados intrínsecos, y otros como pectoral mayor, dorsal ancho y deltoides considerados extrínsecos)<sup>(7,8,9)</sup>. Ambos tipos de estabilizadores no pueden actuar como entidades separadas, pues no aportarían la estabilidad articular suficiente, como indicó Cain et al.<sup>(10)</sup> cuando las posibilidades de uno se agotan actúan las otras estructuras. Dada la gran cantidad de estructuras implicadas en aportar estabilidad, es necesaria la completa recuperación de todos los elementos, evitando la aparición de futuras recidivas<sup>(8,11)</sup>.

Los músculos, además de estabilizadores dinámicos, tienen un papel importante en el control neuromuscular por lo que un programa de fortalecimiento también incorporará trabajo propioceptivo y de coordinación importante, tan en el tratamiento de la inestabilidades glenohumerales<sup>(5)</sup> que por norma no se incluyen en los tratamientos convencionales.

La pliometría, instituida en Rusia en 1969, reúne los requisitos necesarios para formar parte del tratamiento fisioterápico tras episodios de inestabilidad anterior glenohumeral<sup>(12)</sup>. La excelencia del trabajo pliométrico radica en el uso del reflejo miotático, mediante contracciones musculares rápidas e intensas, tras una fase previa de estiramiento del mismo grupo muscular, en resumen, trabajando con el ciclo acortamiento-estiramiento<sup>(13)</sup>. Esto conlleva tres acciones musculares consecutivas: excéntricas- isométricas - concéntricas, con un tiempo de transición entre las fases muy corto<sup>(14,15)</sup>.

El isocinetismo por su parte, es otra herramienta a tener en cuenta en los tratamientos de las inestabilidades anteriores glenohumerales. Durante mucho tiempo y aún en la actualidad, se han empleado los dinamómetros para evaluaciones (por sus datos objetivos, reproducibilidad de la prueba sin sesgos inter e intra examinador,

por la valoración de la sinceridad del esfuerzo por parte del paciente en la realización de la prueba mediante el coeficiente de variación (CV)<sup>(16)</sup>. Hislop y Perrine, en 1967 describieron los ejercicios isocinéticos como aquellos donde se realiza el movimiento a velocidad angular prefijada constante, con una resistencia ajustable<sup>(17)</sup>. Así se consigue combinar contracciones concéntricas y excéntricas<sup>(15)</sup> al mismo tiempo que variar la velocidad en función del objetivo: si se busca aumentar la fuerza máxima se trabajarán con velocidades bajas y si el objetivo es potencia y fuerza explosiva, con velocidades altas<sup>(2,18)</sup>. Esto hace plantearnos como hipótesis conceptual que, pese a estar menos en auge como tratamiento, el trabajo isocinético de los rotadores internos tras inestabilidad anterior glenohumeral, provoca un aumento del *peak torque* de fuerza máxima isométrica, distinto que el trabajo pliométrico.

Clásicamente el fortalecimiento de inestabilidades glenohumorales el ha tenido como objetivo, los rotadores internos de hombro ya que algunos estudios describen debilidad en ellos<sup>(19)</sup>. Por otro lado, tras la inmovilización posterior a la lesión primaria existe una amiotrofia de los rotadores externos de hombro, por lo que también deberían fortalecerse<sup>(1,2)</sup>. Así pues, ambos grupos musculares deben trabajarse con el mismo hincapié.

Todo lo anterior, lleva a plantearse la necesidad de incluir trabajos de potenciación muscular dentro del protocolo habitual de tratamiento en los pacientes con inestabilidad anterior de hombro y diseñar un estudio para objetivar el mejor método. De este modo se plantea el presente trabajo con el objetivo de comparar la variación de *peak torque* de los rotadores internos con el trabajo isocinético frente al trabajo pliométrico, midiéndolo mediante dinamometría isocinética.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Se plantea un estudio clínico experimental analítico, prospectivo, aleatorizado y con enmascaramiento simple.

### • Población

128 hombres y mujeres de entre 21 y 60 años diagnosticados por su traumatólogo de inestabilidad anterior glenohumeral tras finalizar el tratamiento convencional y que aceptan voluntariamente participar en el estudio previa firma del consentimiento informado. Se verifica el cumplimiento de de los criterios de inclusión (los ya citados y ROM completo<sup>(19)</sup>) y sin cumplir los de exclusión:

- 1) Presenten dolor en MMSS y/o columna dorsal y/o cervical;
- 2) Su inestabilidad haya sido tratada quirúrgicamente;
- 3) Ausencia de otras lesiones ortopédicas asociadas;
- 4) Portadores de marcapasos o cardiópatas;

- 5) HTA no controlada;
- 6) Tratamiento farmacológico actual con analgésicos, antiinflamatorios y/o relajantes musculares;
- 7) Trabajo de fortalecimiento de MMSS actualmente.

• **Variables**

La variable principal es el peak torque de fuerza máxima isométrica, obtenida mediante un dinamómetro isocinético y medida en Newton  $\times$  metro (Nm). Además tenemos dos variables secundarias como son sexo y edad.

• **Procedimiento**

El equipo investigador está formado por un fisioterapeuta responsable de cada grupo de trabajo y un tercero que realiza las mediciones. El día en que el paciente acude a su primera cita, una vez que el fisioterapeuta encargado de realizar la prueba informa del funcionamiento de la misma, se llevará a cabo la medición con el equipo isocinético. Al día siguiente, dará comienzo el inicio del programa de fortalecimiento que se prolongará durante 8 semanas y al que acudirán 2 veces por semana.

El grupo isocinético llevará a cabo contracciones concéntricas y excéntricas a velocidades variables. Así pues la progresión concéntrica será de  $180^\circ \times s^{-1}$  las cuatro primeras semanas y de  $90^\circ \times s^{-1}$  las cuatro últimas, mientras que en excéntrico serán de  $120^\circ \times s^{-1}$  para pasar por último a  $60^\circ \times s^{-1}$ . Del mismo modo también se introducirán cambios en el número de series y repeticiones.

Mientras tanto, el grupo de trabajo pliométrico combinará en cada sesión distintas modalidades de ejercicio pliométrico como son “Ballistic Six” y “PlyoBack”. Para su ejecución se precisará de balones medicinales de 0,91 y 1,82Kg, y de Thera-Band de resistencia similar a 0,93Kg. Durante la progresión del programa se aumentarán las resistencias, se variarán las repeticiones así como la complicidad de los ejercicios.

Ambos grupos de trabajo darán inicio a sus sesiones de fortalecimiento con un calentamiento consistente en estiramiento y 6 minutos de ergómetro de brazos a potencia 50 Kg  $\times$  m/min frecuencia de 75 rpm. Del mismo modo que una vez finalizados re llevarán a cabo estiramientos del miembro superior.

## ► RESULTADOS

El análisis estadístico univariable para muestras no relacionadas, se llevará a cabo utilizando el programa PASW Statistics (SPSS) versión 17.0 y con una significación para el estudio del 5%. Determinaremos si existe una distribución normal o no de los datos obtenidos mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, si estamos ante una distribución normal y por tanto paramétrica ( $p > 0,05$ ) llevaría a realizar la prueba T-de student. Si por el contrario, estamos ante una distribución no normal ( $p < 0,05$ ) se seguirá analizando con una prueba no paramétrica como U de Mann-Whitney.



Si tras realizar estas pruebas el valor de  $p$  es mayor de 0,05, aceptamos la hipótesis nula concluyendo que no existe aumento en el *peak torque* de fuerza máxima isométrica de los rotadores internos de hombro tras inestabilidad anterior glenohumeral, trabajando de forma isocinética o pliométrica.

Si por el contrario los valores de  $p$  fueran menores a 0,05 no se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto se concluye en que existe aumento en el *peak torque* de fuerza máxima isométrica de los rotadores internos de hombro tras inestabilidad anterior glenohumeral, trabajando de forma isocinética o pliométrica.

Una vez realizado el análisis estadístico para la variable principal, se realizará una correlación de Pearson para establecer si existen relaciones entre la variación del *peak torque* de los rotadores internos de hombro, en pacientes con inestabilidad anterior glenohumeral, y las diferentes categorías en función de la edad y el sexo.

Para la representación de las distintas resultantes, se crearán tablas de recopilación de datos, diagramas de Tukey y de igual modo se añadirán diagramas de sectores para la incidencia por sexo.

## DISCUSIÓN

Este proyecto que compara la efectividad del trabajo isocinético con el trabajo pliométrico en inestabilidades anteriores glenohumerales, para conseguir una variación del *peak torque* de los rotadores internos de hombro, puede ayudar a completar los tratamientos conservadores convencionales con la inclusión de este tipo programas.

Por ser un tratamiento que perdura en el tiempo, y que se comienza una vez que el paciente es completamente funcional para sus AVDs, puede darse mayor número de sujetos perdidos en el estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) FORTHOMME B: "Inestabilidades del hombro". En: FORTHOMME B. *Reeducación del hombro*. Barcelona: Paidotribo. 2007. 77-100.
- (2) FORTHOMME B, CRIELAARD JM, CROISIER JL: "Traitements rééducatifs". En: CODINE P, HÉRISSON C: *Instabilité de l'épaule et médecine de rééducation*. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2007. 179-213.
- (3) ZACCHILLI MA, OWENS BD: "Epidemiology of shoulder dislocations presenting to emergency departments in the United States". *J. Bone Joint Surg. Am.* 2010 Mar; 92(3): 542-549.
- (4) POPE EJ, WARD JP, ROKITO AS: Anterior shoulder instability - a history of arthroscopic treatment. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2011; 69(1): 44-49.

- (5) WILK KE, ARRIGO C: "Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1993 Jul; 18(1): 365-378.
- (6) CARTER AB, KAMINSKI TW, DOUEX A, J., KNIGHT CA, RICHARDS JG: "Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strength ratios of the shoulder rotators in collegiate baseball players". *J. Strength Condition Res (Allen Press)*. 2007 02; 21(1): 208-215.
- (7) MYERS JB, JU Y, HWANG J, McMAHON PJ, RODOSKY MW, LEPART SM: "Reflexive muscle activation alterations in shoulders with anterior glenohumeral instability". *Am. J. Sports Med.* 2004 06; 32(4):1 013-1021.
- (8) LABRIOLA JE, LEE TQ, DEBSKI RE, McMAHON PJ: "Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles". *J. Shoulder Elbow Surg.* 2005 Jan-Feb; 14(1 Suppl S): 32S-38S.
- (9) JAGGI A, MALONE AA, COWAN J, LAMBERT S, BAYLEY I, CAIRNS MC: "Prospective blinded comparison of surface versus wire electromyographic analysis of muscle recruitment in shoulder instability". *Physiother. Res. Int.* 2009 Mar; 14(1): 17-29.
- (10) CAIN PR, MUTSCHLER TA, FU FH, LEE SK: "Anterior stability of the glenohumeral joint: a dynamic model". *Am. J. Sports Med.* 1987; 15(2): 144-148.
- (11) BURGESS B, SENNETT BJ. "Traumatic shoulder instability: nonsurgical management versus surgical intervention". *Orthop. Nurs.* 2003; 22(5): 345-352.
- (12) HEIDERSCHEIT BC, McLEAN KP, DAVIES GJ. "The effects of isokinetic vs. plyometric training on the shoulder internal rotators". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1996 Feb; 23(2): 125-133.
- (13) PEZZULLO DJ, KARAS S, IRRGANG JJ: "Functional plyometric exercises for the throwing athlete". *J. Athl. Train.* 1995 Mar; 30(1): 22-26.
- (14) IZQUIERDO M: *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Buenos Aires; Madrid: Ed. Médica Panamericana: Ed. Médica Panamericana; 2008.
- (15) McARDLE WD, KATCH FI, KATCH VL: *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. 2ª ed. Madrid : McGraw-Hill; 2004.
- (16) CHALER J, GARRETA R, ALCÁZAR A, ABRIL MA, UNYÓ C, PUJOL E, et al.: "Evaluation of the sincerity of the efforts in the shoulder by isokinetic dynamometry". *Clin. Rehabil.* 2002 09; 36(5): 284-292.
- (17) OMAN J: "La isocinética en rehabilitación". En: PRENTICE WE. *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. 3ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2001. 94-106.
- (18) GREMEAUX V, CROISIER JL, FORTHOMME B: "Isokinetic intervention in microtraumatic shoulder instability: an update". *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2012 Aug; 52(4): 413-423.
- (19) EDOUARD P, DEGACHE F, BEGUIN L, SAMOZINO P, GRESTA G, FAYOLLE-MINON I, et al.: "Rotator cuff strength in recurrent anterior shoulder instability". *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011 Apr 20; 93(8): 759-765.
- (20) KAPANDJI AI: *Fisiología articular*. 5ª ed. Madrid: Panamericana 2000; 1998.

# 3

*Carolina Galocha Morgado*

Tutor: Néstor Pérez Mallada

## Estudio de la fatigabilidad de la musculatura del suelo pélvico tras realizar un entrenamiento de la musculatura abdominal.

*Study of pelvic floor muscle fatigability after conducting abdominal muscles training.*

### Palabras clave:

*Ejercicio abdominal, suelo pélvico, fatiga, electromiografía.*

### Keywords:

*Abdominal exercise, pelvic floor, fatigue, electromyography.*

### RESUMEN

**Objetivo:** Estudiar la influencia de la realización de ejercicios abdominales clásicos (EAC) sobre la fatigabilidad de las fibras musculares del suelo pélvico (SP). Analizar si existe alguna relación entre el índice de masa corporal (IMC) y el nivel de actividad deportiva sobre dicha fatigabilidad.

**Material y método:** Proyecto piloto con 4 mujeres nulíparas que realizaron un entrenamiento de EAC durante 7 semanas a razón de 3 veces en semana con series de 30 repeticiones. Se realizará una medición antes y después del entrenamiento con electromiografía de superficie mediante una sonda intravaginal.

### ABSTRACT

**Objective:** To study the influence of classic abdominal exercise training in the fatigability of the pelvic floor muscle fibers, and see if there is a relationship between body mass index and level of sports activity.

**Material and method:** A pilot project with 5 nulliparous women conducted a classic abdominal exercise training for 7 weeks at 3 times a week with sets of 30 repetitions. Measurement will be performed before and after training with surface electromyography using intravaginal probe.

## ▶ ANTECEDENTES

Entre los distintos factores implicados en las patologías del SP (incontinencia urinaria, prolapsos, etc.) se incluye la realización de determinados ejercicios, entre ellos, los ejercicios abdominales intensos<sup>(1,2)</sup>.

A pesar de esto, los EAC están muy extendidos en la práctica deportiva, e incluso son recomendados para recuperar la pared abdominal tras el parto. Diferentes estudios han mostrado que la realización de EAC se asocia con un aumento de la presión intra-abdominal (PIA) de manera repetida, lo que se ha relacionado con la aparición de pérdidas de orina en algunas mujeres<sup>(3)</sup>. Además, según algunos autores<sup>(4)</sup> parece existir una relación clara entre el ejercicio físico, la fatiga muscular del SP y las pérdidas de orina.

El objetivo de este trabajo es estudiar la posible relación entre la realización de EAC y la fatigabilidad de la musculatura del SP.

## ▶ MATERIAL Y MÉTODOS

### • Sujetos

La población estudiada consistirá en 5 mujeres nulíparas de raza caucásica con edades comprendidas entre 23 y 32 años, alumnas de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia (EUEF) “San Juan de Dios” de la Universidad Pontificia Comillas (UPCO) de Madrid.

### • Material

Las mediciones se realizarán mediante la utilización de un equipo de electromiografía de superficie BTS Pocket-Emg (BTS Bioengineering®, Milan, Italia) conectado a un PC con Windows XP (Microsoft Corporation®, Redmond, EEUU). También se utilizará una sonda intra-vaginal “Periform Plus” (Neen, Patterson Medical®, RU).

### • Método

El proyecto se divide en las siguientes etapas:

**Evaluación de la contracción perineal y obtención datos antropométricos:** Con la voluntaria en posición de litotomía sobre la camilla<sup>(5)</sup> se realizará una palpación vaginal para evaluar si realiza una correcta contracción del SP y evitar la existencia de contracciones parásitas. Además se recogerán sus datos antropométricos para hallar el índice de masa corporal<sup>(6)</sup>.

**Toma de medidas:** Se registrará la RMS durante 4 segundos en estado basal, y a continuación se le pedirá al sujeto que realice una contracción máxima hasta que no pueda mantenerla por más tiempo. Acto y seguido, tal y como han sugerido

algunos autores<sup>(7)</sup>, se realizará un descanso de 5 min, repitiéndose la prueba 2 veces más<sup>(8,9)</sup>. Además, se colocarán unos electrodos abdominales para asegurarnos de la ausencia de contracciones no deseadas durante la realización de la prueba.

**Recogida de datos:** A partir de las gráficas obtenidas, se anotará en una tabla el tiempo que tarda la señal en descender un 30% del valor máximo de RMS alcanzado en cada una de las repeticiones, calculándose a continuación el valor medio<sup>(9)</sup>.

**Intervención:** Una vez se hayan obtenido las primeras mediciones, se instruirá a los sujetos para la realización del EAC según ha descrito López Calbet<sup>(10)</sup>. El entrenamiento se extenderá durante 7 semanas, a razón de 3 veces en semana, con 30 repeticiones por ejercicio<sup>(11)</sup>.

**Cuestionario Internacional sobre Actividad Física (IPAQ):** Con la intención de conocer el nivel de actividad deportiva de los voluntarios se encuestará a los voluntarios por teléfono, utilizando el cuestionario IPAQ en versión corta en español<sup>(12)</sup>.

**2ª toma de medidas:** Una vez transcurrido el tiempo estipulado, se repetirán las mediciones de la misma manera que se describieron en los pasos anteriores.

- **Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizará utilizando el programa informático SPSS, para Mac, versión 20. Se estudiará la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y a continuación se realizará el test paramétrico para dos muestras relacionadas: T de Student. También se realizará una tabla de contingencia para las variables categóricas y un análisis de correlación de Pearson.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) HIGA R, LOPES M, REIS MJ: "Risk factors for urinary incontinence in women" [Portuguese]. *Rev Esc Enfermagem USP* 2008 03;42(1):187-192.
- (2) BO K, BERGHMANS B, MORKVED S, VAN KAMPEN M: "Evidence-based physical therapy for the pelvic floor: bridging science and clinical practice". *Elsevier Health Sciences*; 2007.
- (3) NYGAARD I, DELANCEY J, ARNSDORF L, MURPHY E: "Exercise and incontinence". *Obstet. Gynecol.* 1990;75(5):848.
- (4) CAUFRIEZ M, ESPAÑA IB: *Estudio de la compliance músculo-conjuntiva del suelo pélvico en el postparto tras reeducación abdominal clásica.*
- (5) RESENDE APM, PETRICELLI CD, BERNARDES BT, ALEXANDRE SM, NAKAMURA MU, ZANETTI MRD: "Electromyographic evaluation of pelvic floor muscles in pregnant and nonpregnant women". *International urogynecology journal* 2012:1-5.

- (6) BO K, SHERBURN M: "Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength". *Phys. Ther.* 2005 Mar;85(3):269-282.
- (7) PROC. 4TH CONG. INT. SOC. ELECTROPHYSIOLOGY AND KINESIOLOGY: "The effect of ischemia, cooling, and local anesthesia on the median frequency of the myoelectric signal". 1979.
- (8) BØ K: "Pelvic floor muscle training is effective in treatment of female stress urinary incontinence, but how does it work?" *International Urogynecology Journal* 2004;15(2):76- 84.
- (9) MINNING S, ELIOT CA, UHL TL, MALONE TR: "EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation". *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2007;17(2):153-159.
- (10) LÓPEZ CALBET C, LÓPEZ CALBET F: *Marco teórico-práctico para la correcta ejecución del trabajo abdominal (I)*. Apunts: Educación física y deportes 1995(42):36-45.
- (11) VERA-GARCÍA FJ, MARTÍNEZ S, ÁNGELES M, MONFORT PAÑEGO M: *Prescripción de programas de entrenamiento abdominal. Revisión y puesta al día*. Apunts: Educación física y deportes 2005(81):38-46.
- (12) IPAQ RESEARCH COMMITTEE: "Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)—Short and long forms". Retrieved September 2005;17:2008.
- (13) WORLD HEALTH ORGANIZATION: BMI classification. 2010. Available from: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/en/>. Accessed 2013;27.
- (14) BUCHSBAUM GM, CHIN M, GLANTZ C, GUZICK D: "Prevalence of urinary incontinence and associated risk factors in a cohort of nuns". *Obstetrics & Gynecology* 2002;100(2):226-229.



## Efectividad de la punción seca de puntos gatillo miofasciales en el Síndrome de Impingement Subacromial.

*Efficacy of myofascial trigger point dry needling in the Shoulder Impingement Syndrome.*

### Palabras clave:

Fisioterapia, terapia física, dolor de hombro, síndrome de impingement subacromial, síndrome subacromial, ecografía, puntos gatillo miofasciales, punción seca, terapia manual, ejercicios.

### RESUMEN

**Antecedentes:** El Síndrome de Impingement Subacromial (SIS) es una de las principales causas de dolor y alteraciones funcionales en el miembro superior. Las alteraciones biomecánicas en la cinemática escapular y humeral constituyen un factor etiopatológico clave que puede abordarse con los diferentes tratamientos de fisioterapia. La asociación del Síndrome de Dolor Miofascial (SDM) con estos factores biomecánicos en el SIS hace que aumente el interés por su tratamiento. Una de las técnicas que se proponen para el tratamiento de los Puntos Gatillos Miofasciales (PGM) presentes en el SDM es la punción seca. La disminución de la distancia acromio humeral que se evidencia en el SIS puede objetivarse con ecografía mediante test dinámicos, por lo que esa medición puede resultar interesante como objetivación de resultados tras un tratamiento.

**Objetivo:** El objetivo de este estudio es determinar si añadir el tratamiento con punción seca al tratamiento conservador es más efectivo en cuanto a la funcionalidad y el dolor de miembro superior, objetivando los resultados con mediciones ecográficas.

**Material y métodos:** Se propone ensayo clínico aleatorizado controlado, ciego simple. Los sujetos se dividirán en dos grupos,

grupo control que recibirá tratamiento conservador y grupo intervención que recibirá tratamiento conservador mas tratamiento invasivo con punción seca. Se analizarán las variables, cuestionario DASH, EVA dolor y medición ecográfica de la distancia acromio humeral antes, después del tratamiento (1 mes) y 3 meses después.

**Keywords:**

*Physiotherapy, physical therapy, shoulder pain, shoulder impingement syndrome, subacromial syndrome, ultrasonography, muscle trigger points, dry needling, manual therapy, exercise.*

**ABSTRACT**

**Background:** Shoulder impingement syndrome (SIS) is a major cause of pain and functional disorders in the upper limb. Biomechanical impairments in scapular and humeral kinematics make a key etiopathological factor that can be managed with different physiotherapy treatments. Association between Myofascial Pain Syndrome (MPS) and SIS biomechanical factors provide us a new treatment target. Dry needling is one of the approaches that has been proposed in order to treat these Muscle Trigger Points (MTrPs) in MPS. The narrowing of the subacromial space evidenced in the SIS, can be objectified by ultrasonography dynamic test, so that measurement might become interesting in order to quantify outcomes.

**Objective:** The aim of this study is to determine if adding dry needling to conservative treatment is more effective regarding functionality and pain in the upper limb, objectifying outcomes with a ultrasonography measurement.

**Material and Methods:** A randomized, single-blind, controlled trial is proposed. Subjects will be divided in two groups, control group, which will be treated through a conservative approach alone, and intervention group, who will be dry needled besides conservative treatment. The DASH scale, VAS pain measurements and acromio-humeral distance ultrasonography measurement will be analyzed before treatment, a month after treatment and 3 months later.



## INTRODUCCIÓN

El dolor de hombro afecta aproximadamente entre el 16% y 21% de toda la población<sup>(1-3)</sup>. El Síndrome de Impingement Subacromial (SIS) es la alteración del hombro más frecuente. En atención primaria supone entre un 44 y 65% de todas las consultas por dolor en hombro<sup>(3-7)</sup>. Los síntomas pueden persistir durante meses y años siendo más prevalente en pacientes entre los 40 y los 60 años.

Puede definirse como la irritación sintomática de los tendones del manguito rotador y la bursa subacromial en un espacio subacromial disminuido. Los pacientes que sufren el SIS suelen presentar dolor en reposo que empeora con ciertos movimientos del brazo como su elevación y la combinación con rotación interna, dolor nocturno, dolor localizado en la parte anterolateral del hombro que puede irradiarse y llegar hasta la mano<sup>(8,9)</sup>.

La etiología del SIS es multifactorial y se le han atribuido factores extrínsecos e intrínsecos. Los factores extrínsecos están definidos como aquellos que ocupan el espacio subacromial, comprimiendo estructuras como los tendones del manguito rotador y la bursa subacromial. Estos factores incluyen variantes anatómicas del acromion, alteraciones de la cinemática escapular y humeral, alteraciones posturales, déficits o desequilibrios de la musculatura relacionada con el hombro o pérdida de flexibilidad de musculatura o cápsula articular. Los factores intrínsecos, definidos como aquellos que están asociados con la degeneración de los tendones del manguito rotador, incluyen alteraciones biológicas, propiedades mecánicas, morfología y vascularización<sup>(10-18)</sup>.

Se ha relacionado el Síndrome de Impingement Subacromial con el Síndrome de Dolor Miofascial (SDM) definido como el conjunto de síntomas sensoriales, motores y autonómicos causados por los Puntos Gatillo Miofasciales (PGM). Los PGM se definen como un foco hiperirritable dentro de una banda tensa del músculo esquelético, localizado en el tejido muscular y/o en su fascia asociada y pueden clasificarse en activos y latentes. Los PGM activos reproducen de manera espontánea el dolor reconocido por el paciente, local y referido mientras que los PGM latentes no, a pesar de que presentan las mismas características clínicas (debilidad, restricción de movilidad, reactividad aumentada, recuperación retardada, coactivación inapropiada, espasmo referido, fatigabilidad aumentada).

La hipótesis integrada de Simons DG es actualmente la más aceptada que explicaría la etiología de los PG. Según Simons DG, un exceso de liberación de acetilcolina que se produce en una placa motora en disfunción provocaría una contracción mantenida dando lugar a la banda tensa. Ese acortamiento de sarcómeras produciría una compresión capilar, reduciendo el aporte sanguíneo local lo que llevaría a la isquemia. El aporte de oxígeno y ATP disminuirían, provocando una crisis energética. Como resultado de ese sufrimiento tisular, sustancias sensibilizadoras serían liberadas, lo que activaría nociceptores (sensibilización periférica) provocando dolor y contribuyendo al mantenimiento de la disfunción de la placa motora<sup>(19,20)</sup>.

Existe acuerdo general que el sobreuso de un músculo o un trauma directo puede llevar a desarrollar un PGM<sup>(21,22)</sup>. Se hipotetiza que la sobrecarga muscular puede ser el resultado de contracciones mantenidas o contracciones repetidas de baja intensidad, contracciones excéntricas y contracciones máximas y submáximas, lo que conllevaría el desarrollo de PGM<sup>(21,23)</sup>. Además, estrés respiratorio, hiperventilación, dolor y/o disfunción visceral o estrés también se han relacionado con el desarrollo de PGM<sup>(24)</sup>. Los PGM, activos y latentes, pueden alterar el patrón motor, generando activación muscular anormal y disfunción biomecánica, formando parte de los mecanismos extrínsecos de la etiopatología del SIS<sup>(15,19,24-33)</sup>.

Al revisar la bibliografía se puede observar la gran cantidad de estudios que se han publicado en relación a los diferentes tratamientos de fisioterapia del SIS. Se han desarrollado muchos protocolos de tratamiento pero la evidencia actual no apoya que ningún protocolo sea más beneficioso que otro. Aunque muchas de las revisiones sistemáticas acaban concluyendo que son necesarios más ensayos clínicos de alta calidad, si proporcionan evidencia de que las intervenciones de fisioterapia son efectivas en tratamiento de las alteraciones del hombro, dando especial importancia a la combinación de ejercicios supervisados y técnicas manuales de tejido blando y movilización articular<sup>(4,34-36)</sup>.

Los objetivos de los ejercicios de hombro son aliviar el dolor, aumentar la fuerza, favorecer la recuperación tisular, corregir los desequilibrios musculares, recuperar patrones normales de movimiento y restablecer el rango de movilidad libre de dolor<sup>(37)</sup>. Los estiramientos se proponen para favorecer la regeneración, mejorando la elasticidad muscular y cápsuloligamentosa.

Una propuesta alternativa en el manejo de pacientes con SIS consiste en el tratamiento de los PGM y en la eliminación de los factores perpetuadores. Las técnicas que se proponen para la desactivación de PGM son técnicas manuales de compresión y masaje, técnicas de “*spray and stretch*” con cloruro de etilo o hielo aplicado sobre el PGM seguido de un estiramiento, infiltraciones locales con anestésicos o toxina botulínica y punción seca. Para la eliminación de factores perpetuadores se enseñan ejercicios, normas de higiene postural, tratamiento de la postura y técnicas de relajación<sup>(23,38)</sup>.

La punción seca como tratamiento de los PGM se ha convertido en los últimos años, en una técnica cada vez más usada dentro de la terapia manual y la fisioterapia. Consiste en el empleo de una aguja como agente físico para el tratamiento del Síndrome de Dolor Miofascial.

Numerosas publicaciones han demostrado eficacia de la punción seca en el tratamiento de los PGM en cuanto a reducción inmediata del dolor local o referido, recuperación del rango de movilidad y los patrones normales de movimiento, normalización del medio químico dentro del PGM, reducción de la sensibilidad periférica y central<sup>(24,39)</sup>.

En los últimos años, la ecografía ha ganado popularidad en el diagnóstico de afecciones músculo esqueléticas como el SIS debido a su inocuidad, bajo coste y alta precisión.

La ecografía se ha usado como medio diagnóstico de patologías de hombro en las que se incluyen principalmente: roturas parciales y totales de los tendones del manguito rotador, tendinopatías, SIS, bursitis, alteraciones en la articulación acromio-clavicular, tendinopatías calcificantes<sup>(40-42)</sup>. Una de las mediciones que se ha utilizado en numerosos estudios para el diagnóstico del SIS es la distancia acromio humeral (DAH) definida como la distancia más corta entre la parte inferior de la parte más anterior del acromion hasta la parte más superior de la cabeza humeral<sup>(12,41,43,44)</sup>.

La distancia acromio humeral (DAH) en sujetos asintomáticos se encuentra entre 7 y 11mm y se ve reducida en sujetos con roturas de los tendones del manguito rotador<sup>(12,41,43,45)</sup>. El estrechamiento “funcional” que se produce en la elevación del brazo puede ser útil para determinar la existencia de alteraciones subacromiales como tendinopatía y puede ser una prueba objetiva de resultados tras un tratamiento<sup>(41,43,44,46,47)</sup>.

Los objetivos de este estudio son determinar si añadir tratamiento invasivo con punción seca al tratamiento conservador es más efectivo en cuanto a; 1) la funcionalidad del miembro superior, 2) si aumenta el espacio subacromial medido con ecografía y 3) al dolor percibido por el sujeto medido con la EVA.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Se propone estudio experimental ensayo clínico aleatorizado controlado ciego simple. Habrá dos grupos aleatorizados, uno al que se le aplicará tratamiento conservador (terapia manual + ejercicios) grupo control, y el otro que se le aplicará el mismo tratamiento conservador + tratamiento invasivo con punción seca de puntos gatillo activos y latentes (grupo intervención). Se realizará primera observación de los sujetos incluidos en el estudio, intervención, segunda observación pasado un mes de la primera y tercera observación a los 3 meses. El examinador que recoja las variables estará enmascarado (ciego simple).

### • Participantes

Serán incluidos sujetos mayores de 18 años, que presenten dolor unilateral de hombro sin antecedente traumático previo de más de 3 meses de evolución. Deberán presentar al menos 3 test ortopédicos positivo de los 5 propuestos (Hawkins-Kennedy test, signo de Neer, arco doloroso, *empty can test*, RE resistida) y además presentar el espacio subacromial disminuido en los test dinámicos. Quedarán excluidos pacientes con cervicobraquialgias, fracturas recientes, luxaciones/inestabilidades, enfermedades sistémicas, antecedentes de intervención quirúrgica, patología neurológica, roturas completas del supraespinoso o calcificaciones mayores a 0,5cm.

**• Variables**

Escala DASH. (Disabilities of the arm, shoulder and hand). El DASH es un cuestionario auto administrado de 30 ítem centrado en la función física y los síntomas del miembro superior que ha demostrado una excelente fiabilidad con un coeficiente de correlación interclase entre 0,92 y 0,96<sup>(3,48)</sup>.

Distancia acromio humeral. Se tomarán 3 medidas, una con el miembro superior en reposo, otra con el hombro a 45° de abducción y la última con 60° de abducción. La medición del espacio subacromial estará definida por la distancia tangencial entre la cabeza humeral y el borde del acromion visible en corte longitudinal<sup>(43,47)</sup>.

Dolor medido con escala visual analógica. El paciente evaluará su dolor en reposo y durante la actividad del miembro superior en una escala de 0 a 10. Se obtendrán 2 medidas de cada sujeto. Las variables se recogerán antes de la intervención, un mes después y 3 meses después.

**• Intervención**

Participantes de ambos grupos recibirán tratamiento de fisioterapia conservadora consistente en terapia manual (movilización articular, técnicas de tejido blando, tratamiento de PGM y programa de ejercicios) durante 4 semanas, 3 sesiones semanales, manteniendo el programa de ejercicios en domicilio durante 3 meses. En el grupo intervención, además se aplicará punción seca de los PGM activos y latentes una vez por semana.

**► ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis de datos se utilizará el software SPSS 17 realizando comparación de medias mediante T de student/Wilcoxon para las tres variables, primero comparando antes y después del tratamiento y 3 meses después de cada grupo y después comparando entre grupos (T de student/ U de Mann-Whitney). Con el test de Kolmogorov-Smirnov se determinará si las variables siguen una distribución normal. Se propone un nivel de significación  $\alpha$  del 0,05 por lo podremos rechazar la hipótesis nula cuando  $p < 0,05$ .

**► REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- (1) TATE AR, McCLURE PW, YOUNG IA, SALVATORI R, MICHENER LA: "Comprehensive impairment-based exercise and manual therapy intervention for patients with subacromial impingement syndrome: a case series". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2010 08;40(8):474-493.

- (2) BERNHARDSSON S, KLINTBERG IH, WENDT GK: "Evaluation of an exercise concept focusing on eccentric strength training of the rotator cuff for patients with subacromial impingement syndrome". *Clin. Rehabil.* 2011 Jan;25(1):69-78.
- (3) TATE A, TURNER GN, KNAB SE, JORGENSEN C, STRITTMATTER A, MICHENER LA: "Risk Factors Associated With Shoulder Pain and Disability Across the Lifespan of Competitive Swimmers". *J. Athletic. Train.* 2012 2012;47(2):149-158.
- (4) BRON C, WENSING M, FRANSSSEN JL, OOSTENDORP RA: "Treatment of myofascial trigger points in common shoulder disorders by physical therapy: a randomized controlled trial" [ISRCTN75722066. *BMC Musculoskelet Disord* 2007 Nov 5;8:107.
- (5) SENBURSA G, BALTACI G, ATAY A: "Comparison of conservative treatment with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome: a prospective, randomized clinical trial". *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2007 Jul;15(7):915-921.
- (6) TATE AR, McCLURE PW, YOUNG IA, SALVATORI R, MICHENER LA: "Comprehensive impairment-based exercise and manual therapy intervention for patients with subacromial impingement syndrome: a case series". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2010 Aug;40(8):474-493.
- (7) BERNHARDSSON S, KLINTBERG IH, WENDT GK: "Evaluation of an exercise concept focusing on eccentric strength training of the rotator cuff for patients with subacromial impingement syndrome". *Clin. Rehabil.* 2011 Jan;25(1):69-78.
- (8) BARING T, EMERY R, REILLY P: "Management of rotator cuff disease: specific treatment for specific disorders". *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2007 Apr;21(2): 279-294.
- (9) BAYAM L, AHMAD MA, NAQUI SZ: "Pain mapping for common shoulder disorders". *Pathology* 2011;14(5):9.
- (10) RAHME H, SOLEM-BERTOFT E, WESTERBERG CE, LUNDBERG E, SORENSEN S, HILDING S: "The subacromial impingement syndrome. A study of results of treatment with special emphasis on predictive factors and pain-generating mechanisms". *Scand J. Rehabil. Med.* 1998 Dec;30(4):253-262.
- (11) McKENNA L, STRAKER L, SMITH A: "The validity and intra-tester reliability of a clinical measure of humeral head position". *Man Ther* 2009 Aug;14(4):397-403.
- (12) KIM K, CHEON, SHIN H, DAE, CHA S, MIN, KIM J, HUN. "Repair integrity and functional outcomes for arthroscopic margin convergence of rotator cuff tears". *J. Bone Joint Surg. (Am)* 2013 03/20;95(6):536-541.
- (13) WERNER CM, OSSENDORF C, MEYER DC, BLUMENTHAL S, GERBER C: "Subacromial pressures vary with simulated sleep positions". *J. Shoulder Elbow Surg.* 2010 Oct;19(7):989-993.
- (14) MICHENER LA, McCLURE PW, KARDUNA AR: "Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome". *Clin. Biomech (Bristol, Avon)* 2003 Jun;18(5):369-379.
- (15) LUDEWIG PM, BRAMAN JP. "Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation". *Man Ther.* 2011 Feb;16(1):33-39.

- (16) DONIGAN JA, WOLF BR: “Arthroscopic Subacromial Decompression: Acromioplasty Versus Bursectomy Alone-Does It Really Matter? A Systematic Review”. *Iowa Orthop. J.* 2011;31:121.
- (17) HEERSPIK FOL, HOOGESLAG RA, DIERCKS RL, VAN EERDEN PJ, VAN DEN AKKER-SCHEEK I, VAN RAAY JJ: “Clinical and radiological outcome of conservative vs. surgical treatment of atraumatic degenerative rotator cuff rupture: design of a randomized controlled trial”. *BMC musculoskeletal disorders* 2011;12(1):25.
- (18) DE WITTE P, NAGELS J, VAN ARKEL E, VISSER C, NELISSEN R, DE GROOT J: “Study protocol subacromial impingement syndrome: the identification of pathophysiologic mechanisms (SISTIM)”. *BMC musculoskeletal disorders* 2011;12(1):282.
- (19) GE HY, FERNANDEZ-DE-LAS-PENAS C, MADELEINE P, ARENDT-NIELSEN L: “Topographical mapping and mechanical pain sensitivity of myofascial trigger points in the infraspinatus muscle”. *Eur. J. Pain* 2008 Oct;12(7):859-865.
- (20) SIMONS DG: “Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction”. *Journal of electromyography and kinesiology* 2004;14(1):95-107.
- (21) BRON C, DOMMERHOLT J, STEGENGA B, WENSING M, OOSTENDORP RA: “High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain”. *BMC musculoskeletal disorders* 2011;12(1):139.
- (22) RIVERA EAE. “Dolor miofascial”. *Medunab* 2001;4(12):161-165.
- (23) BRON C, DE GAST A, DOMMERHOLT J, STEGENGA B, WENSING M, OOSTENDORP RA: “Treatment of myofascial trigger points in patients with chronic shoulder pain: a randomized, controlled trial”. *BMC medicine* 2011;9(1):8.
- (24) DOMMERHOLT J: “Dry needling—peripheral and central considerations”. *The Journal of manual & manipulative therapy* 2011;19(4):223.
- (25) HIDALGO-LOZANO A, FERNANDEZ-DE-LAS-PENAS C, ALONSO-BLANCO C, GE HY, ARENDT-NIELSEN L, ARROYO-MORALES M: “Muscle trigger points and pressure pain hyperalgesia in the shoulder muscles in patients with unilateral shoulder impingement: a blinded, controlled study”. *Exp. Brain Res.* 2010 May;202(4):915-925.
- (26) HIDALGO-LOZANO A, FERNANDEZ-DE-LAS-PENAS C, DIAZ-RODRIGUEZ L, GONZALEZ-IGLESIAS J, PALACIOS-CENA D, ARROYO-MORALES M: “Changes in pain and pressure pain sensitivity after manual treatment of active trigger points in patients with unilateral shoulder impingement: a case series”. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2011 Oct;15(4):399-404.
- (27) HIDALGO-LOZANO A, FERNÁNDEZ-DE-LAS-PENAS C, CALDERÓN-SOTO C, DOMINGO-CAMARA A, MADELEINE P, ARROYO-MORALES M: “Elite swimmers with and without unilateral shoulder pain: mechanical hyperalgesia and active/latent muscle trigger points in neck-shoulder muscles”. *Scand J. Med. Sci. Sports* 2013 02;23(1):66-73.
- (28) LUCAS KR, POLUS BI, RICH PA: “Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency”. *J. Bodywork Movement Ther.* 2004 07;8(3):160-166.
- (29) ALBURQUERQUE-SENDIN F, CAMARGO PR, VIEIRA A, SALVINI TF: “Bilateral myofascial trigger points and pressure pain thresholds in the shoulder muscles in patients

- with unilateral shoulder impingement syndrome: a blinded, controlled study". *Clin. J. Pain* 2013 Jun;29(6):478-486.
- (30) LUCAS KR, POLUS BI, RICH PA: "Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency". *J. Bodywork Movement Ther.* 2004;8(3):160-166.
- (31) LUCAS KR: "The impact of latent trigger points on regional muscle function". *Curr. Pain Headache Rep.* 2008;12(5):344-349.
- (32) HIDALGO-LOZANO A, CALDERÓN-SOTO C, DOMINGO-CAMARA A, FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS C, MADELEINE P, ARROYO-MORALES M: "Elite Swimmers With Unilateral Shoulder Pain Demonstrate Altered Pattern of Cervical Muscle Activation During a Functional Upper-Limb Task". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2012 06;42(6):552-558.
- (33) CELIK D, YELDAN I: "The relationship between latent trigger point and muscle strength in healthy subjects: A double-blind study". *J. Back Musculoskeletal Rehabil.* 2011 10;24(4):251-256.
- (34) HO CY, SOLE G, MUNN J: "The effectiveness of manual therapy in the management of musculoskeletal disorders of the shoulder: a systematic review". *Man. Ther.* 2009 Oct;14(5):463-474.
- (35) TATE AR, McCLURE PW, YOUNG IA, SALVATORI R, MICHENER LA: "Comprehensive impairment-based exercise and manual therapy intervention for patients with subacromial impingement syndrome: a case series". *J Orthop. Sports Phys. Ther.* 2010 08;40(8):474-493.
- (36) VAS J, ORTEGA C, OLMO V, PEREZ-FERNANDEZ F, HERNANDEZ L, MEDINA I, et al.: "Single-point acupuncture and physiotherapy for the treatment of painful shoulder: a multicentre randomized controlled trial". *Rheumatology (Oxford)* 2008 Jun;47(6):887-893.
- (37) HANRATTY CE, McVEIGH JG, KERR DP, BASFORD JR, FINCH MB, PENDLETON A, et al.: "The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis". *Semin. Arthritis Rheum* 2012 Dec;42(3):297-316.
- (38) LAVELLE ED, LAVELLE W, SMITH HS: "Myofascial trigger points". *Anesthesiol. Clin.* 2007 Dec;25(4):841-51, VII-III.
- (39) SRBELY JZ, DICKEY JP, LEE D, LOWERISON M. "Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects". *J. Rehabil. Med.* 2010 May;42(5):463-468.
- (40) OTTENHEIJM RP, JOORE MA, WALENKAMP GH, WEIJERS RE, WINKENS B, CALS JW, et al.: "The Maastricht Ultrasound Shoulder pain trial (MUST): ultrasound imaging as a diagnostic triage tool to improve management of patients with non-chronic shoulder pain in primary care". *BMC Musculoskelet Disord* 2011 Jul 8;12:154-2474-12-154.
- (41) SEITZ AL, MICHENER LA: "Ultrasonographic measures of subacromial space in patients with rotator cuff disease: A systematic review". *J. Clin. Ultrasound* 2011 Mar-Apr;39(3):146-154.

- (42) PETRANOVA T, VLAD V, PORTA F, RADUNOVIC G, MICU M, NESTOROVA R, et al.: "Ultrasound of the shoulder". *Med. Ultrason.* 2012;14(2):133-140.
- (43) DESMEULES F, MINVILLE L, RIEDERER B, CÔTÉ C, FRÉMONT P: "Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome". *Clin. J. Sport Med.* 2004 07;14(4):197-205.
- (44) CHOLEWINSKI JJ, KUSZ DJ, WOJCIECHOWSKI P, CIELINSKI LS, ZOLADZ MP: "Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder". *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2008;16(4):408-414.
- (45) AZZONI R, CABITZA P, PARRINI M: "Sonographic evaluation of subacromial space". *Ultrasonics* 2004;42(1):683-687.
- (46) AWERBUCH MS. "The clinical utility of ultrasonography for rotator cuff disease, shoulder impingement syndrome and subacromial bursitis". *Med. J. Aust.* 2008 Jan 7;188(1):50-53.
- (47) MAENHOUT A, VAN EESSEL V, VAN DYCK L, VANRAES A, COOLS A: "Quantifying acromio-humeral distance in overhead athletes with glenohumeral internal rotation loss and the influence of a stretching program". *Am. J. Sports Med.* 2012 Sep;40(9):2105-2112.
- (48) MICHENER LA, SNYDER VALIER AR, McCLURE PW: "Defining substantial clinical benefit for patient-rated outcome tools for shoulder impingement syndrome". *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2013 Apr;94(4):725-730.



# 5

*Juan Francisco García Vázquez*

Tutora: Adela García González

## Estudio isocinético de la flexión plantar de tobillo tras el uso prolongado de una ortesis elástica en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo.

*Isokinetic assessment of the ankle plantar flexion force after extended use of elastic ankle brace in patients with chronic ankle instability.*

### Palabras clave:

*Inestabilidad crónica de tobillo (ICT), dispositivos ortopédicos externos, ortesis elástica de tobillo, flexión plantar, isocinéticos, peak torque.*

### RESUMEN

**Introducción:** La inestabilidad crónica de tobillo (ICT) es la secuela más prevalente tras haber sufrido un esguince de tobillo y a pesar de ello existe un gran desconocimiento acerca de esta entidad clínica en lo referente a sus causas y manifestaciones clínicas. Como consecuencia de ello existe una falta de consenso en cuanto a su abordaje terapéutico, siendo el entrenamiento propioceptivo y el uso de dispositivos ortopédicos externos las dos técnicas que mejores resultados han mostrado dentro del abordaje conservador de la ICT y la prevención de esguinces recurrentes según las últimas revisiones sistemáticas. Existe controversia acerca de los posibles efectos negativos que el uso prolongado de estos dispositivos ortopédicos externos pudieran tener sobre la función neuromuscular y la biomecánica articular. Además no hemos encontrado con nuestros criterios de búsqueda ningún estudio sobre la conveniencia o no de dosificar el uso diario de estos dispositivos. Ningún tratamiento debería ser propuesto sin antes haber valorado durante el proceso de razonamiento clínico las ventajas y desventajas de su aplicación, de ahí la importancia que tendría llevar a cabo este estudio.

**Objetivos e hipótesis:** El objetivo de nuestro estudio es valorar el efecto que tiene el uso prolongado de una ortesis elástica de tobillo sobre el momento de fuerza máximo (*peak torque*)

de flexión plantar durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg en sujetos con ICT, y comprobar si ese efecto es dependiente de la dosificación diaria con la que se utiliza la ortesis. La hipótesis que defendemos es que la utilización de una ortesis elástica a lo largo de 3 meses sobre el tobillo de pacientes que presentan ICT no provoca una disminución del *peak torque* de flexión plantar de tobillo durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg, independientemente de la dosificación diaria con la que se utilice la ortesis (8 horas al día o 16 horas al día).

**Material y métodos:** Estudio analítico, longitudinal, prospectivo, cuasiexperimental (no aleatorizado), no ciego, con dos grupos de intervención creados en función del modo en el que se va a utilizar la ortesis elástica (aplicación de una ortesis elástica de tobillo durante 8 horas diarias o durante 16 horas diarias). La variable principal del estudio es el momento de fuerza máximo (*peak torque*) de flexión plantar durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg. Para la cuantificación de esta variable se utilizará el dinamómetro isocinético PRIMUS RS (BTE Technologies). Los participantes de ambos grupos llevarán puesta la ortesis elástica a lo largo de 3 meses y se les realizará una medición previa a la intervención y otra post-intervención. Se hará un análisis para muestras relacionadas con el objetivo de comparar las medidas pre y post-intervención en cada grupo de intervención, y posteriormente se hará un análisis para muestras no relacionadas donde se compararán las medidas post-intervención de cada grupo. El análisis estadístico de los datos se llevará a cabo con el software SPSS 17.

#### Keywords:

*Chronic ankle instability (CAI), ankle brace, external orthotic devices, plantar flexion, isokinetic, peak torque.*

#### ABSTRACT

**Introduction:** Chronic ankle instability (CAI) is the most common sequel after suffering an ankle sprain and yet there is little knowledge about this clinical entity in terms of its causes and clinical manifestations. This has resulted in lack of consensus over the therapeutic approach, being proprioceptive training and the use of external orthotic devices the two techniques in the conservative treatment showed greater evidence in the approach to ICT and the prevention of ankle sprains according to recent systematic reviews. There is controversy

about the possible negative effects that prolonged use of these external orthopedic devices may have on neuromuscular function and joint biomechanics. Furthermore we have not found any trial about time to be used. No treatment should be proposed without first having assessed during the clinical reasoning process advantages and disadvantages of its implementation, hence the importance that carry out this trial.

**Objectives and hypotheses:** The aim of our study was to assess the effect of prolonged use of an ankle brace on the concentric plantar flexion peak torque while performing isokinetic in subjects with CAI and check whether this effect is dependent on the daily dosage of the orthosis. Advocate the hypothesis that the use of an elastic brace along three months in patients with chronic ankle instability causes a decrease on ankle plantar flexion peak torque during isokinetic conducting regardless of the daily dosage of the brace (8 hours a day or 16 hours a day).

**Material and methods:** Analytical, longitudinal, prospective, quasi-experimental, non-randomized, non-blinded trial, with two groups that are created based on the type of intervention (application of elastic ankle brace for 8 hours a day or 16 hours a day). The primary variable is concentric plantar flexion peak torque during isokinetic performance to an angular velocity of  $60^\circ/\text{sec}$ . For quantification of this variable is used PRIMUS RS isokinetic dynamometer (BTE Technologies). Participants in both groups will wear the elastic ankle brace over three months and a measurement is made before the intervention and one post-intervention. It will test for related samples to compare mean pre post in each intervention group and then made an analysis for unrelated samples which compare the postintervention mean of each group. The statistical analysis of the data was carried out using SPSS 17.

## INTRODUCCIÓN

El complejo articular del tobillo (CAT) se estructura funcionalmente en tres articulaciones<sup>(1)</sup>: tibio-astragalina, subastragalina y la sindesmosis tibio-peronea distal. La estabilidad de este complejo articular viene determinada por la forma de las superficies articulares<sup>(2,3)</sup>, el sistema capsulo-ligamentoso<sup>(4)</sup> y el sistema miotendinoso periarticular<sup>(5)</sup>.

Sobre el CAT asientan un gran número de afecciones de tipo traumático, siendo la articulación con mayor incidencia de lesiones tanto en el ámbito laboral<sup>(6)</sup> como deportivo<sup>(7)</sup>. Dentro de todas estas patologías de etiología traumática sin duda el esguince lateral de tobillo debido a un mecanismo de inversión forzada y flexión plantar es la que tiene mayor relevancia clínica, tanto por su prevalencia como por las consecuencias socioeconómicas derivadas de tu abordaje terapéutico<sup>(8,9)</sup>.

A pesar de que los síntomas de la fase aguda del esguince suelen resolverse a corto plazo, en muchas ocasiones persisten a lo largo del tiempo una serie de secuelas como dolor o inestabilidad<sup>(10)</sup>. La inestabilidad crónica de tobillo (ICT) es el más común de estos problemas residuales y sin embargo sigue siendo actualmente un síndrome muy poco conocido tanto desde el punto de vista clínico como el de la investigación<sup>(11,12)</sup>.

A lo largo de los años varios modelos teóricos para la ICT han sido propuestos. Los primeros investigadores que comienzan a estudiar la ICT describían 2 grandes grupos: uno en el que se incluían los pacientes en los que se habían encontrado hallazgos físicos anormales en la exploración física, y otro en el que se incluían los pacientes que referían sintomatología en el tobillo<sup>(13)</sup>. Posteriormente Freeman<sup>(14)</sup> llamó al conjunto de estos síntomas de tobillo que presentaban los sujetos incluidos en este último grupo “inestabilidad funcional”. Por tanto 2 grupos principales dentro la ICT eran aceptados: Inestabilidad mecánica de tobillo (IMT) e Inestabilidad funcional de tobillo (IFT).

La relación entre IMT e IFT también ha sido ampliamente debatida, y tampoco ha existido consenso en cuanto a la aparición temporal de la IMT y la IFT en un mismo paciente. Todas estas cuestiones parecían quedar zanjadas con la llegada de un nuevo modelo teórico propuesto por Jay Hertel en el año 2002<sup>(15)</sup>. En este modelo la IMT y la IFT son dos entidades clínicas que forman parte de un continuo, y cuando coinciden en el tiempo de manera simultánea en un paciente dan lugar a la aparición de una tercera entidad clínica que serían los esguinces recurrentes (ER). Pero a pesar de ser un modelo ampliamente aceptado por la comunidad científica muchos clínicos han seguido teniendo dificultades para explicar los déficits que presentaban sus pacientes dentro de este modelo debido a que en muchas ocasiones se encuentran con pacientes que refieren sensación de inestabilidad y exceso de laxitud ligamentosa en el tobillo tras haber sufrido un esguince y sin embargo no tienen esguinces de manera recurrente, o por el contrario pacientes que sufren esguinces recurrentes pero no tienen inestabilidad mecánica ni funcional. Esta situación despertó la curiosidad de un grupo de investigación australiano compuesto por 3 fisioterapeutas de la Universidad de Sydney, que en el año 2011 hacen una revisión del modelo de Hertel y proponen un nuevo modelo teórico para la ICT<sup>(16)</sup> en el que la IMT, la IFT (a la que proponen cambiar el nombre por “percepción de inestabilidad” para evitar confusiones) y los ER son tres entidades que pueden aparecer de forma aislada o combinada, dando lugar a un total de 7 grupos o categorías diagnósticas en vez de las 3 propuestas por Hertel.

La evolución del modelo teórico de la ICT y la evolución de su abordaje terapéutico han seguido caminos paralelos. Sin embargo, así como los Fisioterapeutas normalmente suelen seguir las recomendaciones propuestas en las guías de práctica clínica para el tratamiento de los esguinces de tobillo, no siempre lo han hecho en el abordaje de la ICT<sup>(17)</sup>. Si nos centramos en el tratamiento conservador de la ICT y la prevención de los esguinces, vemos que tradicionalmente las estrategias terapéuticas conservadoras para su abordaje se habían centrado en la recuperación de déficits motores tales como la fuerza, la coordinación, etc. Antes de 1960 se creía que la inestabilidad articular era consecuencia directa de un déficit de estabilidad mecánica por un exceso de laxitud de los ligamentos lesionados<sup>(18)</sup> y por tanto todos los esfuerzos se centraban en restaurar la mecánica articular con técnicas como el entrenamiento de la fuerza muscular<sup>(13)</sup>. Con el tiempo aparece el concepto de “inestabilidad funcional de tobillo” (IFT) como una nueva entidad dentro de la ICT, y los pacientes son clasificados en un grupo (IMT) o en otro (IFT) y reciben tratamientos diferentes<sup>(19-23)</sup>. Con los años aparecen controversias generadas entorno a la relación entre ambas entidades y su aparición temporal, lo que provoca que no exista unanimidad a la hora de determinar cuál es el tratamiento más adecuado<sup>(24,25,26)</sup>.

A partir de la aparición y aceptación del modelo teórico creado por Jay Hertel en 2002, la IMT y la IFT son consideradas como parte de un continuo que deben producirse de manera simultánea en un individuo para dar lugar a la aparición de un tercer grupo que son los ER, y por tanto se empiezan a realizar abordajes terapéuticos más completos<sup>(27-45)</sup>.

Finalmente con la nueva propuesta de modelo teórico del grupo de investigación de la Universidad de Sydney<sup>(16)</sup> surgen nuevas dudas en cuanto a la etiología de la ICT y por tanto su abordaje terapéutico podría verse modificado<sup>(46)</sup>. A pesar de que este nuevo modelo presentado a nivel internacional en el 5º Simposium Internacional de Tobillo celebrado en la ciudad de Lexington (Kentucky) en el año 2012 goza de una gran aceptación dentro de la comunidad científica y a pesar de su gran utilidad, presenta una serie de limitaciones como por ejemplo que aún no se ha conseguido reclutar una cohorte suficiente de sujetos que nos permita confirmar la existencia de todos los grupos o categorías diagnósticas que se proponen.

El abordaje terapéutico actual de la ICT y la prevención de lesiones ligamentosas en el CAT según las últimas revisiones sistemáticas va desde el tratamiento conservador como primera línea de intervención hasta el tratamiento quirúrgico en caso de fracaso del primero. En cuanto al tratamiento conservador de la ICT y la prevención de lesiones ligamentosas en el tobillo, el entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y el uso de dispositivos ortopédicos externos son las dos técnicas que han mostrado mayor efectividad según las últimas revisiones sistemáticas<sup>(18,47)</sup>.

Al tratarse la ICT de una entidad clínica que engloba un grupo muy heterogéneo de pacientes, vamos a utilizar las escalas internacionales propuestas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para codificar los dominios de salud de los sujetos

de nuestro estudio<sup>(48)</sup> y el Diagnóstico de Fisioterapia para clasificarlos en una de las 7 categorías diagnósticas incluidas dentro del modelo teórico actual<sup>(16)</sup>.

La pregunta PICO de investigación que planteamos es si el uso de una ortesis elástica durante un periodo de tiempo de 3 meses sobre el tobillo de pacientes que presentan ICT provoca una disminución significativa del *peak torque* de flexión plantar desarrollado durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg, y si ese efecto es dependiente de la dosificación diaria con la que se utiliza la ortesis. Además queremos comprobar si existen diferencias significativas en el *peak torque* de flexión plantar durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg entre hombres y mujeres, y también si existen diferencias significativas entre las 7 categorías diagnósticas propuestas.

Se justifica la realización de nuestro proyecto de investigación teniendo en cuenta que la ICT supone un problema de salud pública importante tanto desde el punto de vista clínico como socioeconómico, para cuyo abordaje terapéutico conservador la evidencia recomienda el uso de dispositivos ortopédicos externos como las ortesis elásticas, pero que a día de hoy aún se conoce muy poco sobre los efectos a largo plazo de su utilización<sup>(49,50)</sup> y prácticamente nada sobre la conveniencia o no de controlar la dosificación diaria con la que se utilizan.

## ► BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realiza una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos con fecha límite 30 de Mayo 2013: PEDro, MEDLINE (a través de Pubmed), CINAHL y Academic Search Complete Cochrane Library.

## ► OBJETIVO DEL ESTUDIO E HIPÓTESIS

Nuestro estudio tiene como objetivo principal valorar el efecto que tiene el uso prolongado (3 meses) de una ortesis elástica de tobillo sobre el momento de fuerza máximo (*peak torque*) de flexión plantar durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg en sujetos con ICT, y comprobar si ese efecto es dependiente de la dosificación diaria con la que se utilice la ortesis. Como objetivos secundarios queremos comprobar si existen diferencias significativas del *peak torque* de flexión plantar pre-intervención entre hombres y mujeres, y también entre las diferentes categorías diagnósticas propuestas.

La hipótesis que defendemos es que la utilización de una ortesis elástica a lo largo de 3 meses sobre el tobillo de pacientes que presentan ICT no provoca una

disminución significativa del *peak torque* de flexión plantar de tobillo durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg, independientemente de la dosificación diaria con la que se utilice la ortesis (8 horas al día o 16 horas al día).

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Estudio clínico analítico, longitudinal, prospectivo, cuasiexperimental (no aleatorizado), no ciego (pero con enmascaramiento del investigador principal en cuanto a la inclusión de los participantes en uno de los grupos de intervención).

La intervención de Fisioterapia consistirá en la aplicación a lo largo de 3 meses de una ortesis elástica sobre el tobillo que presente ICT de los pacientes incluidos en el estudio. En aquellos pacientes con afectación de ambos tobillos la ortesis elástica se colocará sobre aquel tobillo que le provoque mayor sintomatología, y en caso de no haber diferencias entre ambos se elegirá el del miembro inferior dominante para la intervención. Elegimos para la intervención la ortesis elástica epX Ankle Dynamic (Lohmann-Rauscher). Se trata de una ortesis elástica que deja el talón libre, con una cincha almohadillada y flexible en forma de U que protege los maléolos y que se sujeta con un cierre ajustable. La ortesis será proporcionada por el investigador principal a los sujetos incluidos en el estudio.

El estudio se llevará a cabo en 5 etapas de desarrollo. El investigador principal llevará a cabo las tareas de información y reclutamiento de los sujetos para el estudio, la realización de las mediciones dinamométricas pre y post-intervención, la interpretación de los resultados, la redacción de la discusión y la emisión de las conclusiones del estudio. Un investigador externo será el encargado de realizar la aleatorización de los sujetos para su inclusión en cada uno de los dos grupos de intervención y también de la parte de análisis estadístico de los datos obtenidos en las mediciones dinamométricas.

### • Participantes

Sujetos voluntarios (muestreo no probabilístico) reclutados en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios a través de folletos informativos y también sujetos reclutados a través de la web oficial y la revista oficial del Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Extremadura (COFEXT).

Criterios de inclusión:

- Sujetos de ambos sexos con edades comprendidas entre los 15 y los 65 años.
- Haber firmado el consentimiento informado

- Historia de al menos 1 esguince de tobillo importante. El esguince inicial debe haber ocurrido al menos 12 meses antes de enrolarse en el proyecto, estar asociado con síntomas inflamatorios, que haya provocado al menos un día de interrupción en la actividad física deseada por el paciente. El esguince más reciente debe haber ocurrido hace más de 3 meses antes de enrolarse en el estudio.
- Historia previa de “esguinces recurrentes” (entendido como 2 o más esguinces en el mismo tobillo) o “doblarse el tobillo” (definido como el hecho de que regularmente sufra episodios incontrolados e impredecibles de inversión excesiva del retropié que no resultan en esguinces laterales agudos de tobillo). De manera específica los participantes deben haber sufrido al menos 2 episodios de “doblarse el tobillo” en los 6 meses previos a enrolarse en el estudio.
- Historia previa de “percepción o sensación de inestabilidad”. De manera específica la “percepción de inestabilidad” referida por el paciente deberá ser confirmada con una puntuación <24 en la versión española del cuestionario Cumberland Ankle Instability Tool<sup>(51)</sup>. Se trata de un test validado y que ha mostrado gran sensibilidad en la valoración de la ICT<sup>(52)</sup>.
- Presencia de inestabilidad mecánica. Para testarla realizamos el *anterior draw test*, que es un test que ha mostrado de moderada a buena precisión y un error estándar bajo de medición, lo que sugiere un alto grado de repetibilidad<sup>(53)</sup>.

Para pasar a formar parte del estudio los sujetos deberán cumplir con los criterios 1, 2 y 3, y al menos uno de los 3 criterios restantes.

#### Criterios de exclusión:

- Historia previa de intervención quirúrgica en estructuras musculoesqueléticas de las extremidades inferiores.
- Historia previa de fractura en las extremidades inferiores que haya requerido realineamiento.
- Haber sufrido durante los 3 meses previos a la realización del estudio una lesión aguda de otras articulaciones de la extremidad inferior que haya afectado a la integridad articular y a la función (ej. esguinces, fracturas) resultando en al menos 1 días de interrupción de la actividad física deseada.
- Afecciones cutáneas que le impidan portar la ortesis elástica.
- Haber recibido tratamiento médico y/o fisioterápico en el tobillo afecto durante los 2 meses previos a la realización del estudio.
- Padecer enfermedades sistémicas de base o fragilidad ósea.



#### • Variables de estudio

La variable principal de nuestro estudio es el momento de fuerza máximo (*peak torque*) de flexión plantar del tobillo durante la realización de isocinéticos de manera concéntrica a una velocidad angular de 60°/seg partiendo de posición neutra de tobillo. La unidad de medida es Newton por metro (Nm). Para la medición de esta variable vamos a utilizar el dinamómetro PRIMUS RS (BTE Technologies), que ha mostrado ser una herramienta fiable de medición<sup>(54,55)</sup>. Elegimos el *attachment* 701 y colocamos al paciente en decúbito prono con las rodillas extendidas, los brazos colgando y cinchado a nivel de la pelvis para evitar movimientos compensatorios. El eje del dinamómetro debe estar alineado con el eje de rotación articular del tobillo (a la altura del maleolo externo).

Se llevará a cabo una serie de 5 repeticiones de flexión plantar con un esfuerzo máximo partiendo de la posición neutra del tobillo y hasta el final del rango de movimiento posible de flexión plantar. El test se llevará a cabo sin llevar la tobillera puesta. Una vez que el sujeto ha realizado las 5 repeticiones, seleccionamos el mayor momento de fuerza (*peak torque*) desarrollado<sup>(56)</sup>, y esa será la medición que vamos a utilizar. Antes de colocar al paciente para la medición se le pedirá que realice un calentamiento que va a consistir en caminar durante 10 minutos. Cuando el paciente haya terminado se le colocará en el dinamómetro como hemos descrito anteriormente. De manera previa a la realización del test isocinético se le pedirá al paciente que haga 3 repeticiones de flexión plantar de manera concéntrica con un esfuerzo submáximo como medida de adaptación al dispositivo.

Las variables secundarias del estudio son:

- # Sexo (hombre/mujer)
- # Categoría diagnóstica- Son 7 las categorías diagnósticas en las que vamos a clasificar a los pacientes de estudio
  - 1) Inestabilidad mecánica (IM)
  - 2) Percepción de inestabilidad (PI)
  - 3) Esguinces recurrentes (ER)
  - 4) Inestabilidad mecánica + Percepción de inestabilidad (IM+PI)
  - 5) Inestabilidad mecánica + Esguinces recurrentes (IM+ER)
  - 6) Percepción de inestabilidad + Esguinces recurrentes (PI+ER)
  - 7) Inestabilidad mecánica + Percepción de inestabilidad + Esguinces recurrentes (IM+PI+ER)

#### • Cálculo muestral

Tras realizar el cálculo de la muestra necesaria para llevar a cabo nuestro estudio sabemos que debemos reclutar 105 sujetos para cada grupo de intervención que sumados dan un total de 210 sujetos para nuestro estudio. Los sujetos reclutados serán distribuidos de manera aleatorizada en uno de los dos grupos de intervención por un investigador externo.

## ► RESULTADOS

El análisis estadísticos de los datos se llevará a cabo con el software SPSS 17.

En primer lugar vamos a realizar un análisis descriptivo de las variables de estudio mediante la utilización de gráficos y tablas. Posteriormente vamos a comprobar si la distribución de la muestra es normal o no mediante el test de Kolmogorov-Smirnov (la distribución es normal si  $p > 0,05$ ) y a continuación comprobamos la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene (si  $p > 0,05$  existe homogeneidad de varianzas).

### • Contraste de hipótesis para muestras relacionadas

Vamos a realizar un análisis pre-post en cada uno de los dos grupos de intervención. Observamos a los participantes dos veces (antes de ponerles la tobillera y 3 meses después de llevarla puesta). Si la distribución es normal se realizará comparación de medias de la variable a estudiar mediante la T de student. Si por el contrario la distribución no es normal utilizaremos Wilcoxon para la comparación de medias. Se rechazará la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por tanto se aceptará nuestra hipótesis alternativa ( $H_1$ ) cuando  $p < 0,05$ .

### • Contraste de hipótesis para muestras independientes

Se realizará un estudio comparativo del momento de fuerza máximo (*peak torque*) post intervención entre los dos grupos de intervención. Si la distribución es normal se realizará la comparación de medias de la variable a estudiar mediante la T de student. Si por el contrario la distribución no es normal utilizaremos Wilcoxon o Mann-Whitney para la comparación de medias. Se rechazará la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por tanto se aceptará nuestra hipótesis alternativa ( $H_1$ ) cuando  $p < 0,05$ .

En el caso de las variables categóricas (variable “Categoría diagnóstica” y variable “Sexo”) realizaremos una tabla de contingencias que nos permita ponerlas en relación con la variable cuantitativa.

## ► LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- No hacer un seguimiento y control diario del uso real de la tobillera.
- Que los sujetos hayan recibido tratamientos diferentes para la ICT de manera previa a su participación en el estudio.
- Utilizar un modelo teórico muy actual que a pesar de haber sido aceptado ampliamente por la comunidad científica y de ser validado, hay que tener en cuenta que aún no se ha podido reclutar a una corte amplia de pacientes para verificar la existencia de los diferentes grupos o categorías diagnósticas.
- Adquisición de las ortesis elásticas.
- Dificultades a la hora de reclutar un número de sujetos con ICT tan elevado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MANGWANI J, HAKMI MA, SMITH T: "Chronic lateral ankle instability: review of anatomy, biomechanics, pathology, diagnosis and treatment". *Foot* 2001 06;11(2):76-84.
- (2) HUBBARD TJ, HERTEL J: "Mechanical contributions to chronic lateral ankle instability". *Sports Med* 2006 02;36(3):263-277.
- (3) KLEIPOOL RP, BLANKEVOORT L: "The relation between geometry and function of the ankle joint complex: a biomechanical review". *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2010 May;18(5):618-627.
- (4) ANDERSON RB, CATANZARITI A, HOLLAWELL S, KAZ A, WEIL L (JR): "Ankle instability". *Foot Ankle Spec* 2011 Feb;4(1):46-53.
- (5) RICHIE DH, JR: "Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review". *J. Foot Ankle Surg.* 2001 Jul-Aug;40(4):240-251.
- (6) GRIMM DJ, FALLAT L: "Injuries of the foot and ankle in occupational medicine: a 1-year study". *J. Foot Ankle Surg.* 1999 Mar-Apr;38(2):102-108.
- (7) FONG DT, HONG Y, CHAN LK, YUNG PS, CHAN KM: "A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports". *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.
- (8) WATERMAN BR, OWENS BD, DAVEY S, ZACCHILLI MA, BELMONT PJ (JR): The epidemiology of ankle sprains in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 2010 Oct 6;92(13):2279-2284.
- (9) BAKER C, J., TODD JL: "Intervening in acute ankle sprain and chronic instability". *J. Musculoskeletal Med.* 1995 07;12(7):51-51-4, 56, 61-2 passim.
- (10) VAN RIJN RM, VAN OS AG, BERNSEN RM, LUIJSTERBURG PA, KOES BW, BIERMA-ZEINSTRAS SM. "What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review". *Am. J. Med.* 2008 Apr;121(4):324-331.e6.
- (11) STRAUSS JE, FORSBERG JA, LIPPERT F, 3: "Chronic lateral ankle instability and associated conditions: a rationale for treatment". *Foot Ankle Int.* 2007 10;28(10):1041-1044.
- (12) DELAHUNT E, COUGHLAN GF, CAULFIELD B, NIGHTINGALE EJ, LIN CW, HILLER CE: "Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability". *Med. Sci. Sports Exerc.* 2010 Nov;42(11):2106-2121.
- (13) BOSIEN WR, STAPLES OS, RUSSELL SW: "Residual disability following acute ankle sprains". *J. Bone Joint Surg. Am.* 1955 Dec;37-A(6):1237-1243.
- (14) FREEMAN MA: "Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle". *Journal of Bone and Joint Surgery — British Volume* 1965 Nov;47(4):669-677.
- (15) HERTEL J: "Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability". *J. Athletic Train.* 2002;37(4):364-375.
- (16) HILLER CE, KILBREATH SL, REFSHAUGE KM: "Chronic ankle instability: evolution of the model". *J. Athl. Train.* 2011 Mar-Apr;46(2):133-141.
- (17) KOOIJMAN MK, SWINKELS IC, VEENHOF C, SPREEUWENBERG P, LEEMRIJSE CJ: "Physiotherapists' compliance with ankle injury guidelines is different for patients with

- acute injuries and patients with functional instability: an observational study". *J. Physiother.* 2011;57(1):41-46.
- (18) DE VRIES J, KRIPS R, SIEREVELT IN, BLANKEVOORT L, VAN DIJK C: "Interventions for treating chronic ankle instability". *Cochrane Database Syst. Rev.* 2011;08(8).
- (19) FREEMAN MA, DEAN MR, HANHAM IW: "The etiology and prevention of functional instability of the foot". *Journal of Bone and Joint Surgery — British Volume* 1965 Nov;47(4):678-685.
- (20) EKSTRAND J, GILLQUIST J, LILJEDAHL SO: "Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist". *Am. J. Sports Med.* 1983 May-Jun;11(3):116-120.
- (21) HUTSON MA, JACKSON JP: "Injuries to the lateral ligament of the ankle: assessment and treatment". *Br. J. Sports Med.* 1982 Dec;16(4):245-249.
- (22) SCHUBERTH JM, BOUCHE RT, REILLY CH, GASTWIRTH BW, STERN DS: "A semirigid ankle brace for chronic ankle instability". *J. Am. Podiatry Assoc.* 1982 Dec;72(12):611-616.
- (23) HOSHOWSKY VM: "Chronic lateral ligament instability of the ankle". *Orthop. Nurs.* 1988 1988;7(3):33-40.
- (24) BRUNS J, STAERK H: "Mechanical ankle stabilisation due to the use of orthotic devices and peroneal muscle strength. An experimental investigation". *Int. J. Sports Med.* 1992 Nov;13(8):611-615.
- (25) KATO T: "The diagnosis and treatment of instability of the subtalar joint". *J. Bone Joint Surg. Br.* 1995 May;77(3):400-406.
- (26) MATSUSAKA N, YOKOYAMA S, TSURUSAKI T, INOKUCHI S, OKITA M: "Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle". *Am. J. Sports Med.* 2001 Jan-Feb;29(1):25-30.
- (27) MARTÍN URRIALDE J, PATIÑO NÚÑEZ SA: "Chronic ankle instability in athletes. Prevention and physical therapy action" [Spanish]. *Rev. Iberoam. Fisioter. Kinesiol.* 2006 2006;9(2):57-67.
- (28) JACKSON W, MCGARVEY W: "Update on the treatment of chronic ankle instability and syndesmotic injuries". *Curr. Opin. Orthop.* 2006 04;17(2):97-102.
- (29) HALE SA, HERTEL J, OLMSTED-KRAMER L. "The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2007 06;37(6):303-311.
- (30) MCKEON PO, HERTEL J: "Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part II: is balance training clinically effective?" *J. Athletic. Train.* 2008 2008;43(3):305-315.
- (31) HUGHES T, ROCHESTER P: "The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature". *Phys. Ther. Sport* 2008 08;9(3):136-147.
- (32) HELTON TJ, ROBERTSON KA, AXMACHER RP, HALE SA: Effects of a 4-week, unilateral neuromuscular control training program on bilateral lower extremity postural control and function in subjects with chronic ankle instability... 2008 Combined Sections Meeting...Nashville, Tennessee, February 6-9, 2008. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2008;38(1):A32-3.

- (33) GRIBBLE PA, SHINOHARA J: "A comparison of 2 rehabilitation protocols on Star Excursion Balance Test performance in subjects with chronic ankle instability". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2009 10;39(10):A13-A13.
- (34) HOPPER D, SAMSSON K, HULENIK T, NG T, HALL T, ROBINSON K: "The influence of Mulligan ankle taping during balance performance in subjects with unilateral chronic ankle instability". *Physical Therapy in Sport* 2009 Nov;10(4):125-130.
- (35) HOLMES A, DELAHUNT E: "Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability". *Sports Med.* 2009 03;39(3):207-224.
- (36) HAN K, RICARD MD, FELLINGHAM GW: "Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2009 04;39(4):246-255.
- (37) GARVEY CP: "An impairment-based manual physical therapy approach in the treatment of chronic ankle instability: a case report". *J. Manual Manipulative Ther. (Maney Publ)* 2010 12;18(4):224-224.
- (38) WEBSTER KA, GRIBBLE PA: "Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review". *J. Sport Rehabil.* 2010 02;19(1):98-114.
- (39) SEFTON JM, YARAR C, HICKS-LITTLE C, BERRY JW, CORDOVA ML: "Six Weeks of Balance Training Improves Sensorimotor Function in Individuals With Chronic Ankle Instability". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2011 02;41(2):81-89.
- (40) SCHAEFER JL, SANDREY MA: "Effects of a 4-Week Dynamic-Balance-Training Program Supplemented With Graston Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization for Chronic Ankle Instability". *J. Sport Rehabil.* 2012 11;21(4):313-326.
- (41) BAUMBACH SF, FASSER M, POLZER H, SIEB M, REGAUER M, MUTSCHLER W, et al.: "Study protocol: the effect of whole body vibration on acute unilateral unstable lateral ankle sprain-a biphasic randomized controlled trial". *BMC Musculoskelet Disord* 2013 Jan 14;14:22-2474-14-22.
- (42) CHUNG-WEI CHRISTINE L, DELAHUNT E, KING E: "Neuromuscular Training for Chronic Ankle Instability". *Phys. Ther.* 2012 08;92(8):987-991.
- (43) HUGHES T, ROCHESTER P: "The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: a review of the literature". *Phys. Ther. Sport* 2008 Aug;9(3):136-147.
- (44) JANSSEN KW, VAN MECHELEN W, VERHAGEN EA: "Ankles back in randomized controlled trial (ABrCt): braces versus neuromuscular exercises for the secondary prevention of ankle sprains. Design of a randomised controlled trial". *BMC Musculoskelet Disord* 2011 Sep 27;12:210-2474-12-210.
- (45) WYON M, CLOAK R: "Treatment of functional ankle instability (FAI): brace versus strength and proprioception training". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2006 11;36(11):A-14.
- (46) WIKSTROM EA: "Alterations in the Central Organization of Movement: Implications for Treating Chronic Ankle Instability". *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2013 03;43(3):A4-5.

- (47) HANDOLL HH, ROWE BH, QUINN KM, DE BIE R: "Withdrawn: Interventions for preventing ankle ligament injuries". *Cochrane Database Syst. Rev.* 2011 May 11;(5):CD000018. doi(5):CD000018.
- (48) WORLD HEALTH ORGANIZATION: *International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF*. Geneva: WHO; 2001.
- (49) CORDOVA ML, CARDONA CV, INGERSOLL CD, SANDREY MA: "Long-term ankle brace use does not affect peroneus longus muscle latency during sudden inversion in normal subjects". *J. Athl. Train.* 2000 Oct;35(4):407-411.
- (50) JEROSCH J, SCHOPPE R: "Midterm effects of ankle joint supports on sensomotor and sport-specific capabilities". *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2000;8(4):252-259.
- (51) CRUZ-DIAZ D, HITA-CONTRERAS F, LOMAS-VEGA R, OSUNA-PEREZ MC, MARTINEZ-AMAT A: "Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT): an instrument to assess unilateral chronic ankle instability". *Clin. Rheumatol.* 2013 Jan;32(1):91-98.
- (52) HILLER CE, REFSHAUGE KM, BUNDY AC, HERBERT RD, KILBREATH SL: "The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing". *Arch Phys Med Rehabil* 2006 Sep;87(9):1235-1241.
- (53) PARASHER RK, NAGY DR, EM AL, PHILLIPS HJ, MC DONOUGH AL: "Clinical measurement of mechanical ankle instability". *Man. Ther.* 2012 Oct;17(5):470-473.
- (54) SCHECTMAN O, MACKINNON L, LOCKLEAR C: "Using the BTE Primus to measure grip and wrist flexion strength in physically active wheelchair users: an exploratory study". *AJOT* 2001; 55(4):393-400.
- (55) SCHECTMAN O, DAVENPORT R, MALCOLM M, NABAVI D: "Reability and validity of the BTE Primus grip tool". *J. Hand Ther.* 2003; 16:36-42.
- (56) SHAFFER MA, OKEREKE E, ESTERHAI JL, JR, ELLIOTT MA, WALKER GA, YIM SH, et al.: "Effects of immobilization on plantar-flexion torque, fatigue resistance, and functional ability following an ankle fracture". *Phys. Ther.* 2000 Aug;80(8):769-780.



*María Garrido Luis*

Tutora: Adela García González

## Fortalecimiento isocinético del cuádriceps *versus* fortalecimiento clásico en pacientes con Síndrome de dolor Femoropatelar.

*Isokinetic quadriceps strenghtening versus classic strenghtening in patients with Patellofemoral pain syndrome.*

### Palabras clave:

Dinamómetro isocinético,  
Fortalecimiento del cuádriceps,  
Síndrome dolor patelofemoral.

### RESUMEN

El objetivo de este proyecto es conocer si el trabajo isocinético del cuádriceps provoca cambios de fuerza en concepto de momento pico máximo en pacientes diagnosticados con síndrome de dolor femoropatelar. Para ello se usará un dinamómetro isocinético en el que los sujetos realizarán un test isocinético a 60°/s de velocidad, durante 10 repeticiones.

### Keywords:

Isokinetic dynamometer,  
Quadriceps stenghtening,  
Patellofemoral pain  
syndrome.

### ABSTRACT

The aim of this project is to know if isokinetic quadriceps's work causes changes of peak time strenght concept in patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome. For this it will be used an isokinetic dynamometer in which the subject performed a test isokinetic 60°/s rate for 10 repetitions.

## ► INTRODUCCIÓN

El Síndrome de dolor femoropatelar (PFPS), es una de las dolencias más comunes por las que la población acude a Fisioterapia.

El síntoma más frecuente del este Síndrome es el dolor peripatelar y retrorrotuliana difuso asociado a las actividades que cargan el articulación patelofemoral, como subir y bajar escaleras, ponerse en cuclillas y sentarse con las rodillas flexionadas durante períodos prolongados<sup>(1)</sup>.

Los pacientes que acuden a la clínica suelen indicar síntomas clínicos que incluyen dolor de rodilla difuso anterior o retrorrotuliano exacerbado por actividades como subir escaleras, estar mucho tiempo sentado y al caminar sobre llano<sup>(2)</sup>.

Se ha descrito PFPS como un “enigma” ortopédico, ya que es una de las patologías más difíciles de manejar<sup>(3)</sup>.

Además en el mundo deportivo, el SDPF es una de las afecciones de la rodilla ortopédicas más comunes encontrados en los atletas y es más frecuente en las mujeres atletas que en los hombres atletas<sup>(4)</sup>.

Estudios isocinéticos han demostrado que los valores de *peak torque* en extensión de rodilla fueron más bajos en SDPF en comparación con los de personas sanas y que se indica disminución de la fuerza del cuádriceps del músculo en los sujetos con SDPF<sup>(16)</sup>.

Existen varios tratamientos para el SDPF, entre los cuáles se encuentra el tratamiento quirúrgico como la técnica quirúrgica para la reconstrucción del ligamento patelofemoral, que ha demostrado ser biomecánicamente la primera contención entre los estabilizadores rotulianos mediales<sup>(17)</sup>, y otros no quirúrgicos, últimamente muy usados como la aplicación de Tape. Según la hipótesis desarrollada por McConell, el tape normaliza el recorrido rotuliano desplazando mecánicamente la rótula<sup>(18,19)</sup>.

El trabajo del cuádriceps sigue siendo el tratamiento de elección para el tratamiento en primera línea del SDPF y es por ello por lo que con este trabajo nos centraremos más en el estudio de este músculo.

El fortalecimiento total del cuádriceps ha demostrado ser eficaz para los pacientes con síndrome de dolor patelofemoral<sup>(20)</sup>.

Los programas de entrenamiento de fuerza son comúnmente utiliza para mejorar el rendimiento, reducir la incidencia de lesiones por uso excesivo<sup>(21)</sup>.

En este proyecto vamos a abordar dos tipos de trabajo para el fortalecimiento del cuádriceps: el isocinético con un dinamómetro y el trabajo clásico del cuádriceps con ejercicios.

Las revisiones sistemáticas sobre este tema se han centrado en la cuestión de si el ejercicio es eficaz para PFPS y han reportado resultados mixtos. Heintjes et al informó resultados contradictorios, sin embargo, una revisión más reciente de Fagan y Delahunt reveló que algunas intervenciones de ejercicios han demostrado que reduce el dolor y la aumenta la función en pacientes con SDPF. Desde entonces, varios ensayos controlados aleatorios han demostrado resultados positivos en el dolor y la función con intervenciones basadas en ejercicios<sup>(22)</sup>.

Los intentos de fortalecer los isquiotibiales y cuádriceps para mejorar la fuerza y lograr el equilibrio entre ellos parecen ser un objetivo importante para los fisioterapeutas<sup>(23)</sup>.



Esto también se puede extrapolar al ámbito deportivo, ya que La fuerza muscular es uno de los factores clave en el rendimiento deportivo exitoso y es un importante indicador de la efectividad de la rehabilitación de lesiones en los deportistas. Para supervisar el rendimiento de los atletas, así como el progreso de la rehabilitación de los jugadores lesionados, varios índices de fuerza de miembros inferiores se han investigado<sup>(24)</sup>.

El ejercicio resistido es considerado un elemento esencial en programas de rehabilitación y condicionamiento físico. De acuerdo con Júnior et al, encadenar las acciones musculares de forma que la secuencia de estímulos proporcione una respuesta muscular eficaz es un objetivo buscado por los profesionales que emplean ejercicios de resistencia preparadas para el rendimiento y la rehabilitación<sup>(5)</sup>.

Hay autores apuntan que debemos cambiar nuestro enfoque de la mejora de la masa ósea a la mejora de la función neuromuscular a través de aumento de la actividad física. Esta actividad física puede verse así como un resumen de los diferentes comportamientos, incluyendo subcategorías, como el ejercicio, el deporte, el ocio, la danza<sup>(25)</sup>.

La fiabilidad y el error de medición son propiedades esenciales de cualquier medida que es necesario establecer antes de la medición puede ser considerado clínicamente significativo y útil<sup>(26)</sup>.

Una prueba isocinética se puede utilizar para evaluar la fuerza muscular del cuádriceps, proporcionando una determinación de la magnitud de par de torsión generado<sup>(27)</sup>.

El dinamómetro isocinético ha sido considerado como la medida estándar de oro de rendimiento muscular<sup>(28)</sup>.

La mayor ventaja de los dinamómetros modernos es la posibilidad de objetivar, en una gráfica, las curvas de fuerza/arco de movimiento y relacionar los diferentes valores obtenidos, entre sí y con los de otras exploraciones; por ello, son un instrumento preciso para la evaluación de la función muscular y valoración articular<sup>(29)</sup>.

Desde que se desarrolló el concepto y los principios mecánicos del ejercicio muscular isocinético<sup>(3)</sup>, definiéndose como un ejercicio de resistencia acomodada por el control de la velocidad, han sido numerosos los autores que bajo esta perspectiva han analizado la flexo-extensión de la rodilla<sup>(30)</sup>.

## ► MÉTODO

### • Diseño

Se trata de un estudio cuasi experimental pre-post con el que se valorará el efecto de la intervención de forma prospectiva.

La variable principal es momento de fuerza pico de extensión de la rodilla. Se trata de una variable cuantitativa continua y dependiente, cuya unidad de medida es Newton.

Como variables secundarias tenemos edad, sexo y actividad deportiva.

- **Sujetos**

Son estudiantes voluntarios de la Universidad Pontificia de Comillas (21,83 ± 1,03 años), diagnosticados de Síndrome de dolor femoropatelar, sin estar recibiendo rehabilitación durante la elaboración del proyecto de investigación.

- **Procedimiento**

Se convoca a los pacientes para explicarles en qué consiste la prueba y realizar una primera medición. También se les presenta el cronograma. Se procede a la calibración del aparato y a seguir el protocolo marcado por el fisioterapeuta experto en dinamometrías. Inicialmente, se miden los sujetos con el dinamómetro isocinético para conseguir los valores pre-test. El grupo A inicia el fortalecimiento muscular del cuádriceps con el dinamómetro isocinético a 60°/s que realizarán durante seis semanas tres veces por semana. El grupo B a su vez, efectuará el fortalecimiento del cuádriceps con los ejercicios asignados por el fisioterapeuta, igualmente tres veces por semana. Tras las seis semanas de entrenamiento, se procederá a la medición con el aparato de dinamometría para obtener los valores post-test.

- **Recogida y análisis de datos**

Una vez recogidos todos los datos, el análisis de los mismos lo realizaremos mediante el programa informático SPSS 17.0

## ▮ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BALDON RDE M, NAKAGAWA TH, MUNIZ TB, AMORIM CF, MACIEL CD, SERRAO FV: "Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome". *Journal of Athletic Training*. 2009, 44(5), 490-496.
- (2) ISMAIL MM, GAMALELDEIN MH, HASSA KA: "Closed kinetic chain exercises with or without additional hip strengthening exercises in management of patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled trial". *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013.
- (3) BOLGLA LA, BOLING MC: "An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: A systematic review of the literature from 2000 to 2010". *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011, 6(2), 112-125.
- (4) BRASILEIRO JS, PINTO OM, AVILA MA, SALVINI TF: "Functional and morphological changes in the quadriceps muscle induced by eccentric training after ACL

- reconstruction". *Revista Brasileira De Fisioterapia [Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil)]*. 2011, 15(4), 284-290.
- (5) CARREGARO RL, CUNHA RR, CARDOSO J.R, PINTO RS, BOTTARO M: "Effects of different methods of antagonist muscles pre-activation on knee extensors neuromuscular responses". *Revista Brasileira De Fisioterapia [Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil)]*. 2011, 15(6), 452-459.
  - (6) CALAIS GERMAINE B: *Introducción al análisis de técnicas corporales*. 1999.
  - (7) YILDIZ Y, AYDIN T, SEKIR U, CETIN C, ORS F, ALP KALYON T: "Relation between isokinetic muscle strength and functional capacity in recreational athletes with chondromalacia patellae". *British Journal of Sports Medicine*. 2003, 37(6), 475-479.
  - (8) PAL S, DRAPER CE, FREDERICSON M, GOLD GE, DELP SL, BEAUPRE GS, et al.: Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011, 39(3), 590-598.
  - (9) CITAKER S, KAYA D, YUKSEL I, YOSMAOGLU B, NYLAND J, ATAY OA, et al.: "Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome". *Sports Health*. 2011, 3(6), 524-527.
  - (10) PAL S, BESIER TF, DRAPER CE, FREDERICSON M, GOLD GE, BEAUPRE GS, et al.: (2012). "Patellar tilt correlates with vastus lateralis: Vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients". *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*. 2012, 30(6), 927-933.
  - (11) BOLING MC, PADUA DA, MARSHALL SW, GUSKIEWICZ K, PYNE S, BEUTLER A: "A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort". *Am J Sports Med*. 2009;37(11):2108-2116.
  - (12) STEFANIK JJ, GUERMAZI A, ZHU Y, ZUMWALT AC, GROSS KD, CLANCY M, et al.: "Quadriceps weakness, patella alta, and structural features of patellofemoral osteoarthritis". *Arthritis Care & Research*. 2011, 63(10), 1391-1397.
  - (13) BESIER TF, DRAPER CE, GOLD GE, BEAUPRE GS, DELP SL: "Patellofemoral joint contact area increases with knee flexion and weight-bearing". *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*. 2005, 23(2), 345-350.
  - (14) GARCÍA PA, DÍAS JM, DÍAS RC, SANTOS P, ZAMPA CC: "A study on the relationship between muscle function, functional mobility and level of physical activity in community-dwelling elderly". *Revista Brasileira De Fisioterapia [Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil)]*. 2011, 15(1), 15-22.
  - (15) BOLING MC, PADUA DA, ALEXANDER CREIGHTON R: "Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain". *Journal of Athletic Training*. 2009, 44(1), 7-13.
  - (16) EAPEN C, NAYAK CD, PAZHAYAOTTYIL ZULFEEQUER C: "Effect of eccentric isotonic quadriceps muscle exercises on patellofemoral pain syndrome: An exploratory pilot study". *Asian Journal of Sports Medicine*. 2011, 2(4), 227-234.

- (17) NOMURA E, INOUE M: "Surgical technique and rationale for medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation". *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*. 2003, 19(5), E47.
- (18) CHRISTOU EA: "Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain". *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2004, 14(4), 495-504.
- (19) BENNELL K, DUNCAN M, COWAN S: "Effect of patellar taping on vasti onset timing, knee kinematics, and kinetics in asymptomatic individuals with a delayed onset of vastus medialis oblique". *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society*. 2006, 24(9), 1854-1860.
- (20) BRASILEIRO JS, PINTO OM, AVILA MA, SALVINI TF: "Functional and morphological changes in the quadriceps muscle induced by eccentric training after ACL reconstruction". *Revista Brasileira de Fisioterapia [Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil)]*. 2011, 15(4), 284-290.
- (21) PINCIVERO DM, LEPHART SM, KARUNAKARA RG: "Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training". *British Journal of Sports Medicine*. 1997, 31(3), 229-234.
- (22) HARVIE D, O'LEARY T, KUMAR, S: "A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: What works?" *Journal of Multidisciplinary Healthcare*. 2011, 4, 383-392.
- (23) ENISELER N, SAHAN C, VURGUN H, MAVI HF: "Isokinetic strength responses to season-long training and competition in turkish elite soccer players". *Journal of Human Kinetics*. 2012, 31, 159-168.
- (24) CHEUNG RT, SMITH AW, WONG DEL P: "H:Q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players". *Journal of Human Kinetics*. 2012, 33, 63-71.
- (25) STENEVI-LUNDGREN S, DALY RM, KARLSSON MK: "A school-based exercise intervention program increases muscle strength in prepubertal boys". *International Journal of Pediatrics*, 2010, 307063.
- (26) PIVA SR, FITZGERALD K, IRRGANG JJ, JONES S, HANDO BR, BROWDER DA, et al.: "Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome". *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2006, 7, 33.
- (27) SCHMITZ RJ, WESTWOOD KC: "Knee extensor electromyographic activity-to-work ratio is greater with isotonic than isokinetic contractions". *Journal of Athletic Training*. 2001, 36(4), 384-387.
- (28) SANTOS AN, PAVAO SL, AVILA MA, SALVINI TF, ROCHA NA: "Reliability of isokinetic evaluation in passive mode for knee flexors and extensors in healthy children". *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2013, 17(2), 112-120.
- (29) MARTÍNEZ GONZÁLEZ-MORO I: *Isocinéticos en Medicina del Deporte. Selección*. 1998, 7(2) 88-94.

- (30) SLOCKER DE ARCE AM, CARRASCOSA SÁNCHEZ J, GÓMEZ PELLICO L: *Differences in muscular Strength for extension and flexion of the knee through isokinetic study*. 2003, Elsevier.
- (31) NOGUEIRA FR, LIBARDI CA, VECHIN FC, LIXANDRAO ME, DE BARROS BERTON RP, DE SOUZA TM, et al.: "Comparison of maximal muscle strength of elbow flexors and knee extensors between younger and older men with the same level of daily activity". *Clinical Interventions in Aging*, 2013, 8, 401-407.
- (32) PAPANDEOU MG, BILLIS EV, ANTONOGIANNAKIS EM, PAPAIOANNOU NA: "Effect of cross exercise on quadriceps acceleration reaction time and subjective scores (lysholm questionnaire) following anterior cruciate ligament reconstruction". *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2009,04, 2-799X-4-2.
- (33) SAENZ A, AVELLANET M, HIJOS E, CHALER J, GARRETA R, PUJOL E, et al.: "Knee isokinetic test-retest: A multicentre knee isokinetic test-retest study of a fatigue protocol". *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010, 46(1), 81-88.
- (34) TSAOPOULOS DE, BALZOPOULOS V, RICHARDS PJ, MAGANARIS CN: "Mechanical correction of dynamometer moment for the effects of segment motion during isometric knee-extension tests". *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. 2011, 111(1), 68-74. b
- (35) JENKINSON CM, DOHERTY M, AVERY AJ, READ A, TAYLOR MA, SACH TH, et al.: Effects of dietary intervention and quadriceps strengthening exercises on pain and function in overweight people with knee pain: Randomised controlled trial [with consumer summary].
- (36) HOOTEN W M, ROSENBERG CJ, ELDRIGE JS, QU W: "Knee extensor strength is associated with pressure pain thresholds in adults with fibromyalgia". *PLoS One*. 2013, 8(4), e59930.
- (37) FLANSBJER UB, LEXELL J: "Reliability of knee extensor and flexor muscle strength measurements in persons with late effects of polio". *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2010, 42(6), 588-592.
- (38) FERRIERO G, COLOMBO R, SARTORIO F, VERCELLI S: "Reliability of the isokinetic fatigue index". *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2011, 47(2), 351-352.
- (39) ALMOSNINO S, BRANDON SC, SLED EA: "Does choice of angular velocity affect pain level during isokinetic strength testing of knee osteoarthritis patients?" *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2012, 48(4), 569-575.
- (40) ZARROUK N, REBAI H, YAHIA A, SOUISSI N, HUG F, DOGUI M: "Comparison of recovery strategies on maximal force-generating capacity and electromyographic activity level of the knee extensor muscles". *Journal of Athletic Training*. 2011, 46(4), 386-394.
- (41) YOSMAOGLU HB, BALTACI G, KAYA D, OZER H, ATAY A: "Comparison of functional outcomes of two anterior cruciate ligament reconstruction methods with hamstring tendon graft". *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*. 2011, 45(4), 240-247.

- (42) VALTONEN A, POYHONEN T, HEINONEN A, SIPILA, S: “Muscle deficits persist after unilateral knee replacement and have implications for rehabilitation”. *Physical Therapy*. 2009, 89(10), 1072-1079.

*Lucía Gómez Hernández*

Tutora: Adela García González

## Efecto del *kinesio taping* en la fuerza de extensión de rodilla tras roturas musculares grado II de recto anterior de cuádriceps.

*Effect of kinesio taping in the force of extension of knee after muscular breakage degree II of previous rectum of quadriceps.*

### Palabras clave:

Vendaje neuromuscular (*kinesio taping*), rotura muscular, tratamiento convencional, test isocinético, test isométrico.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación es demostrar la eficacia del vendaje neuromuscular (*Kinesio taping*) en la Fuerza Máxima tras roturas musculares grado II del recto anterior de cuádriceps, con una muestra de 126 sujetos de estudio. Para ello, el diseño escogido será un ensayo clínico prospectivo aleatorizado con un enmascaramiento a doble ciego.

La intervención consistirá en un tratamiento convencional para roturas musculares grado II en la musculatura indicada durante 4 semanas, y al finalizar este tratamiento se aplicará el vendaje neuromuscular con técnica estimulante en el vientre muscular del recto anterior de cuádriceps durante un tiempo prolongado de 3 días.

Para la valoración de la Fuerza Máxima utilizaremos un Test Isocinético a 60°/seg con 3 repeticiones, mediante el equipo de dinamometría BTE-Primus, que realizaremos al finalizar las 4 semanas de tratamiento convencional y tras los 3 días de la aplicación del vendaje. También valoraremos el tiempo de aparición de la Fuerza Máxima mediante un Test Isométrico Lineal a 45° con 3 repeticiones y observaremos si hay diferencias en cuanto a la disminución del dolor mediante la Escala Visual Analógica (EVA).

**Keywords:**

*Kinesio taping, muscular tear, conventional treatment, isokinetic test, isometric test.*

**ABSTRACT**

The objective of this clinical trial is to demonstrate the effectiveness of the Kinesio Taping in the Maximum Strength after muscular tear grade II of the rectus femoris of quadriceps, with a sample of 126 subjects for study. For this purpose, the chosen design will be a randomized prospective clinic trial with a double-blind masking.

The intervention will be consisting in a conventional treatment for muscular tear grade II in the specified musculature during 4 weeks, and at the end of this treatment a kinesio taping with stimulating technique in the rectus femoris of quadriceps will be applied for a prolonged time of 3 days.

For the valuation of the Maximum Strength an Isokinetic test of 60°/seg with 3 repetitions will be used, with a dynamometric equipment BTE-Primus. That will be realized at the end of the 4 weeks time of conventional treatment and after 3 days from the bandage application. It will be also evaluated the time for the appearance of the Maximum Strength by the use of a Lineal Isokinetic Test in 45° with 3 repetitions, and it will be observed if there are any differences in the decrease of the pain using the Analogical Visual Scale (AVS).

**INTRODUCCIÓN**

El vendaje neuromuscular (*Kinesiotaping*: KT) es introducido en Japón por el Dr. Kenzo Kase<sup>(1-4)</sup> en 1973, es una técnica terapéutica muy utilizada en la actualidad pero de la cual aún no hay gran evidencia científica, aunque en los últimos años cada vez son más los estudios que hablan sobre ella<sup>(5-7)</sup>.

El KT consiste en una venda adhesiva y elástica que puede estirarse longitudinalmente, entre un 120 y un 140% de su longitud original<sup>(1)</sup>, es porosa y puede ser de diferentes colores. Lo que la diferencia de otras vendas, a parte de su capacidad para estirarse longitudinalmente, son las ondulaciones que presenta en su superficie de pegamento que va en contacto con la piel, que dará lugar a la formación de arrugas al traccionar de esta, consiguiendo un mayor flujo sanguíneo en la zona<sup>(4)</sup>. Es aplicado sobre la piel variando los grados de tensión<sup>(8)</sup>, y dependiendo de esta tensión y del método de colocación, buscaremos diferentes efectos fisiológicos como disminución del dolor<sup>(9-11)</sup>, corrección articular<sup>(12,13)</sup>, mejora de la interrelación fascial y de la circulación linfática y sanguínea<sup>(14,15)</sup>, mejora de la propiocepción<sup>(16,17)</sup> y también efectos sobre el tono muscular (aumentarlo o disminuirlo)<sup>(20-22)</sup>.



En la medicina deportiva cada vez son más los usuarios que utilizan esta técnica, tanto para su prevención como de forma terapéutica<sup>(23)</sup>, pero cabe resaltar el uso que se hace del vendaje neuromuscular para mejorar el rendimiento deportivo buscando el aumento del tono muscular. Este efecto se consigue dependiendo de la técnica de colocación<sup>(1)</sup> que se aplique sobre el tejido muscular, así, si aplicamos el vendaje de origen (punto fijo) a inserción (punto móvil) conseguiremos un aumento en el tono muscular ya que la venda tiene tendencia a ir hacia el punto de anclaje inicial durante la contracción.

En estudios encontramos como el KT aplicado en sujetos sanos no aporta cambios<sup>(14,24)</sup>. Algunos estudios han medido el efecto inmediato que tiene la aplicación del vendaje neuromuscular sobre los parámetros de fuerza sin encontrar grandes cambios significativos<sup>(21,22,25)</sup>. En un estudio observamos que, aunque no aumenta el *peak torque* ni el total del trabajo realizado, si se produce una reducción en el tiempo para generar el *peak torque*<sup>(26)</sup>.

A nuestro entender no existen estudios que analicen los efectos del vendaje neuromuscular sobre parámetros de fuerza a largo plazo (3-4 días tras la aplicación del vendaje) en lesiones musculares, por lo que nuestro objetivo será comparar si el tratamiento convencional, en roturas musculares grado II de recto anterior de cuádriceps, más *Kinesiotaping*, es más eficaz en cuanto al aumento de fuerza máxima en la extensión de rodilla, medida en Newton, que realizar el mismo tratamiento convencional pero con la aplicación de un tape.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Se trata de un ensayo clínico aleatorizado, controlado y prospectivo, con enmascaramiento y doble ciego.

### • Participantes

Los sujetos participantes en el estudio deben tener diagnóstico de rotura fibrilar de grado II en el recto anterior de cuádriceps que acudan al servicio de traumatología de los hospitales Gregorio Marañón, Ramón y Cajal y 12 de Octubre de la Comunidad de Madrid. Estos sujetos para ser incluidos también en el estudio deben practicar entre 2 y 4 días semanas alguna actividad deportiva y firmar el consentimiento informado siguiendo los principios de la declaración de Helsinki de 1975, donde se establecen los principios éticos para toda indagación con humanos y que ha ido actualizándose en sucesivas asambleas de la World Medical Association<sup>(27)</sup>. Se excluyen del estudio aquellas personas que no realicen deporte o que lo realicen con una frecuencia menor a dos días por semana, que tengan antecedentes de enfermedad cardiovascular y/o respiratoria que impiden realizar el test para valorar la fuerza, alergias al material adhesivo del vendaje neuromuscular, antecedentes

de intervención quirúrgica, lesión músculo-tendinosa o traumatismo en los MMII en los últimos 6 meses y presenten dificultad para entender el idioma y comprender en qué consiste el estudio de investigación.

#### • Procedimiento

Los sujetos que cumplieran los criterios de inclusión fueron asignados aleatoriamente a dos grupos de intervención. El grupo 1 en el que se aplicará el tratamiento convencional para roturas musculares y el vendaje *kinesio taping* y el grupo 2 al que se aplicará el mismo tratamiento convencional pero el vendaje será un tape.

El cálculo del tamaño muestral lo llevamos a cabo mediante una comparación de medias. Con un nivel de confianza del 95% asumimos un nivel de significación ( $\alpha$ ) del 5% y un poder estadístico ( $1 - \beta$ ) del 80% el valor  $K$  será 7'85. La varianza la calculamos en base al artículo: Immediate effects of kinesiotaping on quadriceps muscle strength: a single-blind, placebo-controlled crossover trial<sup>(28)</sup>.

Las variables para medir el efecto que tiene nuestra intervención son las siguientes:

- Variable principal: Fuerza Máxima Isocinética (*Peak Torque*) en la extensión de rodilla (variable cuantitativa continua) mediante un test Isocinético a 60°/seg con 3 repeticiones mediante el equipo de dinamometría BTE-Primus RS<sup>(29-32)</sup>.
- Como variables secundarias tenemos el tiempo de aparición de la fuerza máxima mediante un test Isométrico Lineal a 45° (variable cuantitativa continua) y la disminución del dolor mediante la Escala Visual Analógica (EVA) (variable cualitativa ordinal).

La distribución de tareas del equipo investigador es la siguiente:

- Investigador principal que se encargará de informar a todo el equipo, planear y redactar el proyecto así como el consentimiento informado y realizar el análisis estadístico de los resultados mediante el programa estadístico SPSS 21.0.
- El personal médico (traumatólogos) que se encargarán de recoger la muestra necesaria para el estudio y tomarán todos los datos necesarios de los pacientes para la investigación.
- Fisioterapeutas que se encargarán de realizar el tratamiento convencional en los diferentes lugares de rehabilitación, ciegos a que grupo de estudio pertenece cada individuo.
- Un fisioterapeuta que se encargará de la aplicación de los vendajes, tanto el *kinesio taping* como el tape, es el único miembro del equipo, junto con el investigador principal, que conoce a que grupo de estudio pertenece cada sujeto. Ambos vendajes serán del mismo color para que el paciente tampoco conozca de qué grupo de estudio forma parte.
- Otro fisioterapeuta, también ciego, que se encargará de realizar las mediciones con el equipo de dinamometría.

### • Intervención

Los sujetos del estudio, tras haber recibido el tratamiento convencional durante 4 semanas, realizarán la primera medición con el equipo de dinamometría para la variable principal Fuerza Máxima Isocinética (*Peak torque*) y el tiempo de aparición de la Fuerza Máxima Isocinética y se les pasará la Escala Visual Analógica (EVA) para la variable de la disminución del dolor. El paciente para los test isocinético e isométrico se encontrará sentado en la silla del equipo, la cual estará bloqueada, con brazos relajados sobre el regazo<sup>(33,34)</sup> y fijaremos el tronco y la cintura con cinchas<sup>(35)</sup>. La posición de la silla así como la altura del dinamómetro y la longitud del brazo de palanca dependerán de cada paciente por lo que debemos anotar todos estos parámetros para la siguiente medición para que la repetitividad de la prueba sea adecuada. El eje del dinamómetro le situaremos paralelo al eje de rotación de la articulación a medir, la rodilla en este caso, basándonos en la cinesiología articular<sup>(36)</sup>. El accesorio donde el paciente ejercerá la fuerza para realizar la extensión de rodilla lo colocaremos a 3 cm, para que tenga un margen de movimiento, de la articulación tibio-tarsiana. Antes de hacer el test de medición el paciente realizará un calentamiento, una prueba submáxima respecto al test y cuando el paciente se encuentre en confort térmico<sup>(37)</sup>, lo realizará en el mismo equipo en el que se llevará a cabo la medición de fuerza, mediante 10 repeticiones Isocinéticas a 180°/seg de extensión de rodilla.

Al finalizar esta primera medición se le aplicará el vendaje que corresponda según al grupo de estudio al que pertenezcan, grupo 1 (*kinesio taping*) o grupo 2 (tape). El vendaje será aplicado de origen a inserción (técnica estimulante) con un tiempo de aplicación de 3 días. Al pasar estos días, los sujetos volverán a realizar las mismas mediciones en el equipo de dinamometría y la EVA que la primera vez.

## ▶ RESULTADOS

Vamos a realizar un contraste de muestras relacionadas en el que observaremos las diferencias entre las mediciones pre-post de cada grupo y también realizaremos un contraste para muestras independientes en el que observaremos las diferencias entre los valores de la segunda medición de cada grupo.

Primero tenemos que establecer si los resultados presentan una distribución normal o no. Para ello, aplicamos el test de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. Si la distribución no es normal ( $p < 0,05$ ) utilizaremos la prueba no paramétrica de Wilcoxon en las muestras relacionadas y U de Mann-Whitney en las muestras independientes. Si la distribución es normal ( $p > 0,05$ ) utilizaremos la prueba paramétrica T de Student.

Si el valor p es menor de 0,05 rechazaremos la hipótesis nula y se concluiría que hay diferencias significativas en la fuerza de la extensión de rodilla entre los diferentes vendajes aplicados. Si el valor p es mayor de 0,05 no podremos rechazar la hipótesis nula y se concluiría que no hay diferencias significativas en la fuerza de la extensión de rodilla entre los diferentes vendajes aplicados.

## DISCUSIÓN

Este proyecto puede presentar una serie de limitaciones. Una de ellas es que nos podemos encontrar que los sujetos no cumplan la asistencia al laboratorio de biomecánica para realizar las mediciones. Es necesario que los pacientes que participen en el estudio entiendan que se comprometen a acudir dos veces al laboratorio, la primera tras finalizar el tratamiento convencional y la segunda transcurridos 3 días después de la aplicación del vendaje, y así evitar abandonos en las intervenciones por parte de los pacientes. También al tratarse de un equipo multidisciplinar será necesario hacer reuniones para informar a todos los miembros del equipo de las tareas que tienen que desarrollar cada uno y la forma de llevarlas a cabo, ya que tendrán que trabajar de igual forma, especialmente los fisioterapeutas encargados de realizar el tratamiento convencional, para evitar obtener diferentes resultados entre los pacientes. Otra limitación que nos podríamos encontrar sería el gran tamaño muestral necesario para que los resultados de nuestro estudio sean significativos, por lo que el cronograma de nuestro plan de trabajo se podría alargar más en el tiempo hasta conseguir el total de la muestra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) KASE K, WALLIS J, KASE T: *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping method*. 2º ed. Tokyo, Japan: Ken Ikai Co Ltd.; 2003.
- (2) KASE K, TATSUYUKI H, TOMOKO O: *Development of Kinesio tape. Kinesio Taping Perfect Manual*. Kinesio Taping Association 1996; 6-10,117-8.
- (3) SIJMOMSMA J: *Manual taping neuromuscular*. Cascais: Aneid Press; 2007.
- (4) AGUIRRE T, ACHALANDABASO M: *Kinesiology Tape Manual, aplicaciones prácticas*. Bio-corp Europa S.L; 2009.
- (5) ESPEJO L, APOLO MD: "Revisión bibliográfica de la efectividad del Kinesiotaping". *Rehabilitación*. 2011; 45(2):148-58.
- (6) COMPLOI, G. 2009 - *Kinesiology Taping – a evidence based method?*
- (7) LÁZARO-VILLAR P, GONZÁLEZ-CABELLO M, MARTÍNEZ DE SANTOS DE MENDIGUREN X, CARDENAL-MARNE PS: "Revisión del Kinesio® Taping o vendaje neuromuscular como forma de tratamiento fisioterapéutico". *Cuest. fisioter*. 2011; 40(1): 65-76.
- (8) FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ JM, ALEGRE DURÁN LM, ABIÁN VICÉN J, CARCELÉN COBO R y AGUADO JÓDAR X: "Vendaje neuromuscular: ¿Tienen todas las vendas las mismas propiedades mecánicas?" *Apunts. Med. Esport*. 2010; 45(166): 61-67.
- (9) OLIVERA DJORDJEVIC C, VUKICEVIC D, KATUNAC L, JOVIC S: "Mobilization with movement and kinesiotaping compared with a supervised exercise program for painful shoulder: results of a clinical trial". *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2011, 35:6.

- (10) THELEN MD, DAUBER JA, STONEAM PD: “The Clinical Efficacy of Kinesio Tape for Shoulder Pain: A Randomized, Double-Blinded, Clinical Trial”. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2008, 38:7.
- (11) AKBAŞ E, ÖZGÜR ATAY A, YÜKSEL I: “The effects of additional kinesio taping over exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome”. *Acta Orthop. Traumatol. Turc*. 2011; 45(5):335-341.
- (12) SALVAT SALVAT I, ALONSO SALVAT A: “Efectos inmediatos del *kinesio taping* en la flexión lumbar”. *Fisioterapia* 2010; 32(2): 57-65.
- (13) MERINO R, MAYORGA D, FERNÁNDEZ E, TORRES-LUQUE G: “Effect of Kinesio taping on hip and lower trunk range of motion in triathletes. A pilot study”. *Journal of Sport and Health Research*. 2010; 2(2):109-118.
- (14) RAMÍREZ-VÉLEZ R, ORTEGA JG, AGREDO ZÚÑIGA RA, NÚÑEZ CUARTAS L, LÓPEZ ALBÁN CA: “El *Kinesio Taping* no afecta a la morfología y función vascular en sujetos sanos. Estudio piloto”. *Rev. Andal. Med. Deporte*. 2011; 4(3): 96-100.
- (15) HAN-JU TSAI, HSIU-CHUAN HUNG, JING-LAN YANG, CHIUN-SHENG HUANG, JAU-YIH TSAUO. “Could Kinesio tape replace the bandage in decongestivelymphatic therapy for breast-cancer-related lymphedema? A pilot study”. *Support Care Cancer* 2009; 17: 1353-1360.
- (16) TRAVIS HALSETH T, W. MCCHESENEY J, DEBELISO M, VAUGHN R, LIEN J: “The effects of Kinesio Taping on proprioception at the ankle”. *Journal of Sports Science and Medicine* 2004; 3:1-7.
- (17) BRIEM K, EYTHÖRSDÓTTIR H, MAGNÚSDÓTTIR R, PÁLMARSSON R, RÚNARSDÓTTIR T, SVEINSSON T: “Effects of Kinesio Tape Compared With Nonelastic Sports Tape and the Untaped Ankle During a Sudden Inversion Perturbation in Male Athletes”. *J. Orthop. Sports Phys. Ther*. 2011;41(5):328-335.
- (18) HSIAO-YUN CHANG, CHUN-HOU WANG, KUN-YU CHOU, SHIH-CHUNG CHENG: “Could Forearm Kinesio Taping Improve Strength, Force Sense, and Pain in Baseball Pitchers With Medial Epicondylitis?” *Clin. J. Sport Med*. 2012; 22: 327-333.
- (19) HSIAO-YUN CHANG, KUN-YU CHOU, JAU-JIA LIN, CHIH-FENG LIN, CHUN-HOU WANG: “Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes”. *Physical Therapy in Sport* 2010; 11: 122-127.
- (20) RODRIGUEZ-MOYA A, GONZÁLEZ-SÁNCHEZ M, CUESTA-VARGAS AI: “Efecto del vendaje neuromuscular a corto plazo en la fuerza en la extensión de rodilla”. *Fisioterapia*. 2011;33(6):256-261.
- (21) VITHOULKA I, BENEKAB A, MALLIOUB P, AGGELOUSIS N, KARATSOLISA K: “Diamantopoulos. The effects of Kinesio-Taping on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non athlete women”. *Isokinetics and Exercise Science* 2010; 18: 1-6.
- (22) VERCELLI S, SARTORIO F, FOTI C, COLLETO L, VIRTON D, RONCONI G, FERRIERO G: “Immediate Effects of Kinesiotaping on Quadriceps Muscle Strength: A Single-Blind, Placebo-Controlled Crossover Trial”. *Clin. J. Sport Med*. 2012;22:319-326.
- (23) WILLIAMS S, WHATMAN C, A. HUME P, KELLY SHEERIN K: “Kinesio Taping in Treatment and Prevention of Sports InjuriesA Meta-Analysis of the Evidence for its Effectiveness”. *Sports Med*. 2012; 42 (2): 153-164.

- (24) CHANG HY, CHOU KY, LIN JJ, LIN CF, WANG CH: "Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes". *Phys. Ther. Sport*. 2010 Nov; 11(4):122-7.
- (25) MARTÍNEZ-GRAMAGEA J, IBÁÑEZ SEGARRA M, LÓPEZ RIDAURA A, MERELLÓ PEÑALVERA M, TOLSÁ GIL FJ: "Efecto inmediato del kinesio tape sobre la respuesta refleja del vasto interno ante la utilización de dos técnicas diferentes de aplicación: facilitación e inhibición muscular". *Fisioterapia* 2011; 33(1):13—18.
- (26) WONG, OMH, et al.: "Isokinetic knee function in healthy subjects with and without Kinesio taping". *Physical Therapy in Sport* 2012: 1-4
- (27) WORLD MEDICAL ASSOCIATION. "Declaration of Helsinki". *JAMA*. 1997; 277: 925-6.
- (28) VERCELLI S, SARTORIO F, FOTI C, COLLETO L, VIRTON D, RONCONI G, FERRIERO G: "Immediate effects of kinesiotaping on quadriceps muscle strength: a single-blind, placebo-controlled crossover trial". *Clin. J. Sport Med*. 2012 Jul; 22(4): 319-26.
- (29) SCHECTMAN O, MACKINNON L, LOCKLEAR C: "Using the BTE Primus® to measure grip and wrist flexion strength in physically active wheelchair users: an exploratory study". *AJOT* 2001; 55(4):393-400.
- (30) SCHECTMAN O, DAVENPORT R, MALCOLM M, NABAVI D: "Reliability and validity of the BTE Primus grip tool". *J. Hand Ther*. 2003; 16:36-42.
- (31) ARNOLD BL, DE LA MOTTE SJ, WRIGHT C: "Ankle Inversion and eversion power measures as measured by the PrimusRS are reliable". Poster Presentation at ACSM Meeting in 2008.
- (32) PALMER TG, UHL T: "Inter-day reliability using the chop and lift techniques on the BTE PrimusRS®". Accepted for publication in *J. Athl. Training* 2009.
- (33) POHL PS, DUNCAN P, PERERA S, LONG J, LIU W, ZHOU J, KAUTZ SA: "Rate of isometric knee extension strength development and walking speed after stroke". *Journal of rehabilitation research and development*. 2002; 39(6): 651-658.
- (34) KRAMER, JF: "Effect of electrical stimulation current frequencies on isometric knee extension torque". *Phys. ther*. 1978; 67:31-38.
- (35) TIXÁ, S: *Atlas of palpatory anatomy of the lower extremities*. 1º Ed. McGraw-Hill. 1998.
- (36) KAPANDJI AI: *Fisiología articular tomo II*. 6º Ed. Editions Maloine. Editorial Médica. Panamericana. 2010.
- (37) PÉREZ MALLADA, N: *Apuntes sobre dinamometría del Máster de Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño y Técnicas Avanzadas en Fisioterapia*. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid, 2012-2013.

# 8

*María Gómez Menéndez*

Tutor: Sergio Lerma Lara

## Estudio piloto de la eficacia de la intervención fisioterapéutica en la relación entre el paralelismo de las cinturas escapular y pélvica y el dolor lumbar en el swing en jugadores amateur de golf.

*Pilot study physiotherapy intervention effectiveness in the relationship between the scapular and pelvic girdle and back pain in the swing in amateur golf players .*

### Palabras clave:

Golf, dolor lumbar, swing, fisioterapia, amateur, cintura escapular, pelvis

### RESUMEN

El golf es uno de los deportes más populares y con mayor crecimiento. Bien conocido por todo el mundo, es practicado por más de un 10-20% de la población adulta<sup>(1)</sup>. No es de sorprender que debido a la biomecánica de su swing, el dolor lumbar sea una de las mayores quejas de quienes lo practican<sup>(2)</sup>.

**Objetivo:** Determinar que, a través de la intervención fisioterapéutica mediante la reeducación postural del gesto y la maniobra osteoarticular, mejoraremos la movilidad y el recorrido articular, por tanto, la torsión del giro, con un correcto alineamiento de las cinturas escapular y pélvica, que reducirá el dolor lumbar en jugadores amateur de golf.

**Metodología:** Estudio analítico piloto cuasi-experimental pre-post., con intervención en un grupo de sujetos voluntarios jugadores amateur de golf con dolor inespecífico lumbar atribuido a dicha práctica deportiva, que cumplan los criterios de inclusión-exclusión. Se realizarán mediciones antes y después de la intervención (estudio pre-post).

Tras citar a los sujetos en el laboratorio de biomecánica, se les entregará una EVA y escala de Oswertry para evaluar el dolor lumbar y se les realizará 3 test de estabilidad lumbopélvica. Tras un calentamiento previo se procederá a la toma de las mediciones biomecánicas para la variable diferencia de ángulo entre la cintura escapular y pélvica, utilizando como herramienta la fotogrametría tridimensional. A su vez, se tomarán otros registros biométricos junto a electromiografía de superficie, para valorar la actividad muscular durante el swing.

Después de un periodo de 4 intervenciones, dos a la semana por persona, repartidos en cuatro meses, se tomará una segunda medición post-intervención, pasándoles de nuevo los test de evaluación del dolor y repitiendo las pruebas biomecánicas. Añadiremos un test de Groc para evaluar la satisfacción del sujeto.

Recogidos los datos, se analizarán comprobando su significación estadística y clínica, concluyendo si se confirma nuestra hipótesis y hemos alcanzado nuestros objetivos. Se estudiarán los datos biométricos obtenidos para establecer conclusiones adicionales.

Se utilizará software SPSS 17 para el análisis de datos y la comparación de medias de la variable dolor.

**Keywords:**

*Golf, low back pain, swing, physiotherapy, amateur, scapula, pelvis.*

**ABSTRACT**

Golf is one of the most popular and fastest growing sports. It is believed by many throughout the world that golf is practiced by up to 10% to 20% of the adult population<sup>(1)</sup>. Not surprisingly, cause of its biomechanical swing, the low back pain has been one of the most common complaints among golfers<sup>(2)</sup>.

**Objective:** To determine that, through physiotherapy intervention by postural movement reeducation, and osteoarticular manipulation, will improve mobility and range of movement, therefore, the spin torque, with proper alignment of scapular and pelvic girdles, which will reduce the back pain in amateur golf players.



**Methodology:** Analytical pilot quasi-experimental pre-post., involving a group of volunteer subjects amateur golf players with nonspecific low back pain attributed to that sport, who meet the inclusion and exclusion criteria. Measurements were performed before and after the intervention (pre-post).

Citing subjects in the biomechanics laboratory, will be given a Oswestry EVA scale to assess back pain and were performed 3 tests of lumbopelvic stability. After preliminary heating shall be taking biomechanical measurements for variable angle difference between the pelvic girdle and, using three-dimensional photogrammetry tool. In turn, other biometric records were taken with surface electromyography to assess muscle activity during the swing.

After a period of 4 interventions, two a week per person, spread over four months, it will take a second post-intervention measurement, again wiping tests repeated pain assessment and biomechanical testing. Groc add a test to evaluate the satisfaction of the subject.

Collected data will be analyzed by checking its statistical and clinical significance, concluding if confirmed our hypothesis and we have achieved our goals. We will study the biometric data obtained to draw any further conclusions.

## ■ ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

Existe una teórica evidencia de que la mecánica del swing podría jugar un papel importante en el desarrollo de dolor lumbar (Batt,1992, 1993, Gluck el al 2008; Vad, Bhat, Basrai, Gebeh, Aspergren, & Andreys 2004). El swing es un complejo movimiento multi-dimensional que necesita repetida coordinación de toda la cadena cinemática incluyendo fuerza y movimiento generado por los hombros, cuello, rodillas y región lumbo-pélvica (Mc Carrol Retting, & Shelbourne 1990; McHardy & Pollard, 2005). Se sugiere que limitaciones del movimiento en una parte de la cadena kinética durante el swing podría predisponer a una lesión (Lindsey & Horton, 2002, McHardy, Pollard & Luo 2006). Por ejemplo, una disminución en la rotación puede conducir a una sobrerotación de la columna para compensar y producir el completo movimiento del swing, o al menos, llevarlo a su término.

Es bien conocido el gesto del swing de golf como un movimiento complejo y asimétrico<sup>(4,5)</sup>. La columna en particular es expuesta a un significativo giro axial, junto

a una compresión, cizallamiento anteroposterior y una flexión lateral durante el swing<sup>(6)</sup>. En líneas generales, el desarrollo de dolor en jugadores amateur de golf viene generado por una pobre técnica del swing junto a una pobre condición física en comparación al dolor lumbar generado por los jugadores profesionales de golf<sup>(7)</sup>. Durante el swing, las fuerzas de compresión sobre la columna vertebral aumenta ocho veces más el peso del cuerpo, tanto en amateur como en profesionales<sup>(7,8,9)</sup>. Esfuerzos por prevenir la lesión de espalda se han enfocado comúnmente en ejercicios de fortalecimiento y estiramiento, y no en el gesto en sí mismo<sup>10</sup>. Es por esta razón, que centrar nuestra intervención en la posible causa del dolor, reduciría la incidencia de golfistas lesionados. En el modelo “clásico” de swing, las caderas y hombros realizan la rotación juntos, produciendo un stress menor en la rotación sobre la columna lumbar, y menor flexión lateral al impacto, es por esta razón, que centraremos más nuestra atención en este tipo de swing, en reeducar hacia este gesto por resultar menos lesivo<sup>(10)</sup>.

Uno de los propósitos de este estudio iría encaminado a crear evidencia en cuanto que si probamos nuestra hipótesis de alineamiento de ambas cinturas, escapular y pélvica, respaldaríamos el gesto clásico del swing respecto al moderno que realiza una separación máxima entre ambos ángulos, cadera y hombros creando un incremento de carga torsional en la columna vertebral (factor-X)<sup>(11)</sup> que contribuye en la velocidad del palo ( por eso es tan atractivo para los jugadores), pero también a la lesión de la zona lumbar .

Llevaremos a cabo nuestra intervención de terapia manual de la columna vertebral (Spinal Manual Therapy-SMT-) también conocida como ajuste o manipulación, ahora ampliamente reconocida como una opción válida de tratamiento para el dolor lumbar<sup>(12)</sup>, cuya ventaja es máxima entre las 1-2 semana después del tratamiento, pero no es discernible después de 4 semanas<sup>(13)</sup> (58 artículos revisados, de los cuales 25 eran ensayos clínicos). Esto nos da la posibilidad de aliviar el dolor lumbar en un corto espacio de tiempo. La técnica HVLA combinada con un programa de ejercicios de fortalecimiento es tan efectiva para el alivio del dolor como el tratamiento con antiinflamatorios no esteroideos combinados con ejercicios. Cambios en el control neuromuscular del tronco tras una manipulación HVLA disminuye la sensibilización y/o los efectos de la fatiga muscular relacionado con un movimiento repetitivo<sup>(14)</sup>. El gesto del swing de golf es una sucesión de repeticiones continuas a la vez que una práctica deportiva de larga duración, lo que conlleva a un mayor estrés a la zona articular y muscular. La técnica global de la pelvis, sería nuestra elección, ya que liberaría la zona de bloqueo de las carillas articulares y consecuentemente aumentaría el umbral del dolor y disminuiría la tensión lumbopélvica<sup>(15)</sup>.

La observación y conocimiento del gesto del golf siguiendo un perfil musculoesquelético resalta la labor de la intervención de fisioterapia en ciertas áreas que beneficiarían al sujeto. En líneas generales, estas serían una cifosis torácica postural, que disminuye la movilidad torácica, la reducida estabilidad y control escapulotorácico y lumbopélvico, y una debilidad en el manguito de los rotadores junto a la muscula-

tura abdominal oblicua<sup>(16)</sup>. Aunque el análisis del swing de golf es muy heterogéneo sin poder fijar patrones ni acumular datos, aunque si evaluar y determinar esas diferencias en subgrupos<sup>(17)</sup>.

Con el estudio cinemático<sup>(18)</sup> y el aporte del estudio EMGs<sup>(19)</sup> podremos saber que músculos se activan, cuando y en que parte del swing, velocidades, ángulos de movimiento y posicionamiento tridimensional. La obtención de estos datos nos aportará más información al entendimiento del movimiento y capacidad de mejorar en nuestras clínicas, terapias y conocimientos<sup>(20)</sup>. Intentar comprender estrategias, o analizar el comportamiento de control motor y estabilidad lumbopélvica con la observación de los grupos musculares erectores y oblicuos, también nos daría información de las estrategias en individuos con dolor lumbar y gesto deportivo<sup>(21)</sup>.

## DISCUSIÓN

Este proyecto podría tener una serie de limitaciones potenciales entre las que podemos destacar el número pequeño de muestra, y la falta de un grupo control que contrastara nuestros resultados. Por otro lado, si se confirmara nuestra hipótesis, sería motivación para ampliar el estudio, a la vez que conseguir una evidencia más de la fisioterapia como herramienta efectiva de tratamiento. Otros parámetros pueden ser aportados de los resultados obtenidos en la fotogrametría y electromiografía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AUSTRALIAN BUREAU OF STATISTICS. "Participation in sport and physical activities". Canberra 2000.Doc.No 4177
- (2) GLUCK GS, BENDO JA, SPIVAK JM: "The lumbar spine and low back pain in golf: a literature review of swing biomechanics and injury prevention". *Spine J.* 2008 Sep- Oct;8(5):778-788
- (3) MYERS J, LEPHART S, TSAI YS, SELL T, SMOLIGA J, JOLLY J: "The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing". *J. Sports Sci.* 2008 Jan 15;26(2):181-8.
- (4) COLE MH, GRIMSHAW PN: "Electromyography of the trunk and abdominal muscles in golfers with and without low back pain". *J. Sci. Med. Sport* 2008 Apr;11(2):174-181.
- (5) HORTON JF, LINDSAY DM, MACINTOSH BR: "Abdominal muscle activation of elite male golfers with chronic low back pain". *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001 Oct; 33(10):1647-1654.
- (6) GLUCK GS, BENDO JA, SPIVAK JM: "The lumbar spine and low back pain in golf: a literature review of swing biomechanics and injury prevention". *Spine J.* 2008 Sep- Oct;8(5):778-788.

- (7) HOSEA TM, GATT CJ (JR): "Back pain in golf". *Clin. Sports Med.* 1996 Jan;15(1):37-53.
- (8) MARRAS WS, GRANATA KP: "A biomechanical assessment and model of axial twisting in the thoracolumbar spine". *Spine* 1995; 20:1440-51.
- (9) FARFAN HF, COSSETTE JW, ROBERTSON GH, WELLS RV, KRAUS H: "The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: the role of torsion in the production of disc degeneration". *J. Bone Joint Surg.* 1970; 52-A:468-97.
- (10) BURDEN AM, GRIMSHAW PN, WALLACE ES: "Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub 10-handicap golfers". *Journal of Sports Sciences*, 16 (1998), pp. 165-176.
- (11) CHEETHAM PJ, MARTIN PE, MOTTRAM RE, ST LAURENT BF: "The importance of stretching the "X-Factor" in the downswing of golf: The "X-Factor Stretch", in *Optimizing performance in golf*, ed. P.R. Thomas, (Brisbane, Australia: Australian Academic Press, 2001), pp. 192-199. CHERINGTON M: "Injury clinic. Lightning injuries in sports: situations to avoid". *Sports Med.* 2001 02/15;31(4):301-308.
- (12) WATKINS RG, UPPAL GS, PERRY J, PINK M, DINSAY JM: "Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers". *Am. J. Sports Med.* 1996 Jul-Aug;24(4):535-538.
- (13) REDWOOD D: "Spinal adjustment for low back pain". *Seminars in integrative Med.* Vol1.No1(march)2003:42-52.
- (14) SHEKELLE PG, ADAMS AH, et al: "The appropriateness of spinal manipulation for low back pain: project overview and literatura review (R-4025/1-ccr-FCER)", Sta Monica, CA RAND, 1991.
- (15) HARVEY MP, DESCARREAUX M: "Short term modulation of trunk neuromuscular responses following spinal manipulation: a control group study". *BMC Musculoskelet Disord.* 2013 Mar 13;14:92. doi: 10.1186/1471-2474-14-92.
- (16) LAWRENCE DJ, MEEKER W, BRANSON R, BRONFORT G, CATES JR, HAAS M, HANELINE M, MICOZZI M, UPDYKE W, MOOTZ R, TRIANO JJ, HAWK C: "Chiropractic management of low back pain and low back related leg complaints: a literature synthesis". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2008 Nov-Dec;31(9):659-74.
- (17) BOOTH L. "A physiotherapy perspective on improving swing technique in a professional golfer: a case study". *Physical. Therapy in Sport* 6 (2005) 97-10.
- (18) Mc.Hardy A, Pollard H: *Muscle activity during the golf swing*.
- (19) EVANS K, HORAN SA, NEAL RJ, BARRETT RS, MILLS PM: "Repeatability of threedimensional thorax and pelvis kinematics in the golf swing measured using a fieldbased motion capture system". *Sports Biomech.* 2012 Jun;11(2):262-72.
- (20) COLLOCA CJ: *Journal of electromyography and kinesiology. Special focus on spinal manipulation (2012)*.
- (21) COLE MH, GRIMSHAW PN: "Electromyography of the trunk and abdominal muscles in golfers with and without low back pain". *J. Sci. Med. Sport* 2008 Apr;11(2):174-181.



*Patricia Jiménez Garrido*

Tutor: Sergio Lerma Lara

## Estudio del rango de movilidad de la pelvis durante la marcha usando un cinturón sacroilíaco sobre la articulación de la pelvis en mujeres púerperas.

### Palabras clave:

*Cinturón sacroilíaco, cinturón pélvico, cinemática y dolor pélvico.*

### RESUMEN

Durante el embarazo, las mujeres sufren diversos cambios tanto anatómicos como fisiológicos, los cuales conllevan diferentes problemas. Tras el parto, el organismo materno regresa a estado basa (previo al embarazo) en un período de 6-8 semanas, pero pasado este tiempo algunas mujeres continúan con molestias durante meses o incluso toda la vida.

El objetivo de este estudio observar cambio en el rango de movilidad de la pelvis durante la marcha debido a la influencia del cinturón sacroilíaco colocado sobre la articulación de la pelvis en un grupo de mujeres púerperas. Mediante la intervención, pretendemos ayudar al cuerpo a restablecer su estabilidad pélvica y evitar complicaciones futuras.

Se propone un estudio cuasi-experimental con una muestra de 30 sujetos en período de puerperio clínico. El método de valoración se realiza a través de la plataforma dinamométrica, donde se recogen los valores antes y después de la intervención. Los resultados se analizarán estadísticamente con el programa SPSS.

### Keywords:

*Sacroiliac belt, pelvic belt, kinematic and pelvic pain.*

### ABSTRACT

During pregnancy, women suffer various anatomical and physiological changes, which involve different problems. After delivery, the mother's body returns to state based (pre-pregnancy) in a period of 6-8 weeks, but after this time some women remain trouble for months or even a lifetime.

The objective of this study was to observe changes in range of mobility of the pelvis during walking due to the influence of the sacroiliac belt placed over the joint of the pelvis in a group of puerperal women. Through the intervention, we aim to help the body restore pelvic stability and prevent future complications.

We propose a quasi-experimental study with a sample of 30 subjects in clinical postpartum period. The valuation method is through dynamometric platform, which gathers the values before and after the intervention. The results were analyzed statistically using SPSS.

## ► INTRODUCCIÓN

Durante el embarazo se producen grandes cambios en todos los sistemas fisiológicos maternos, para adaptarse al feto que se está desarrollando<sup>(1)</sup>. De los que hablaremos a continuación son los cambios endocrinos y musculoesqueléticos.

La relaxina durante el embarazo, reduce la fuerza intrínseca y la rigidez del colágeno<sup>(2)</sup>; y favorece la laxitud de las articulaciones de la pelvis aumentando el arco de movilidad de dichas zona<sup>(3)</sup>.

La influencia de las hormonas sexuales y la presencia de la hormona relaxina aumentan del 10% o 15% los diámetros de la cavidad interpubiana, facilitando el paso del feto a través del conducto pélvico<sup>(3)</sup>.

Uno de los grandes problemas del embarazo, viene dado por el dolor lumbopélvico, que afecta aproximadamente el 50% de las mujeres<sup>(4)</sup>.

Como mencionó Cyriax en 1982, la relaxina está presente hasta 3 meses después del embarazo<sup>(2)</sup>. Por ello, más del 30% de mujeres continúan con dolor constante incluso después del parto<sup>(5)</sup>.

Un cambio notable es la postura, impulsada por el aumento de la lordosis lumbar y las dimensiones del abdomen, donde encontraremos ensanchamiento de las últimas costillas para incrementar el espacio, aumento del tórax 2 cm y elevación del diafragma 4 cm<sup>(6)</sup>. El peso del cuerpo recae de esta forma sobre la parte inferior de la pelvis, induciendo a la mujer a compensar con la parte superior del cuerpo hacia atrás, proyectando el centro de gravedad hacia el interior<sup>(7)</sup>.

El dolor de la zona lumbopélvica surge debido al aumento de la producción de líquido sinovial causado por el estrés de las articulaciones facetarias y ligamentos<sup>(7)</sup>. La desviación el peso hacia delante como consecuencia del peso uterino y la laxitud ligamentosa posterior, provocan el estiramiento de las cápsulas articulares sacroilíaca<sup>(2)</sup>.

Como señaló Lee en 1999, la cintura pélvica retorna a su estado pregravídico entre 3 y 6 meses después del parto, requiriendo durante este período simplemente estabilización externa<sup>(2)</sup>.

Según la SEGO (Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia) el puerperio se divide en<sup>(8)</sup>:

- Puerperio inmediato: las primeras 24 horas.
- Puerperio clínico: desde el 2 al 7-10 días (primeras semanas)
- Puerperio tardío: hasta los 40-45 días (retorno de la menstruación).
- Algunos consideran un puerperio alejado: se extenderá desde los 45 días hasta un límite impreciso.

En el mercado existen diversas empresas que ofrecen cinturones sacroilíacos, los cuales favorece la estabilidad de la articulación sacroilíaca<sup>(9)</sup>.

La seleccionada para este trabajo es Serola biomechanic, porque a diferencia de otros, está formado por dos capas (elástica y no elástica).

La primera de ellas, la capa no elástica, tienen como objetivo comprimir los tejidos blandos y detener la apertura de la articulación sacroilíaca al final del arco de movimiento normal, limitando la función de los ligamentos<sup>(10)</sup>.

Existen diversos artículos que confirman la eficacia del cinturón sacroilíaco en la restricción de la movilidad de las articulaciones sacroilíacas sobretodo cuando éste es colocado en la posición alta, es decir, debajo de las espinas ilíacas antero-superiores<sup>(11,12,13,14)</sup>.

Se distingue también del resto de cinturones no elásticos, por no tener hebillas, lo que evita hacer palanca y reducir la movilidad de la articulación por debajo de lo normal<sup>(10)</sup>.

Según Solomonow, reducir la movilidad por debajo de lo normal, provocará una reabsorción de colágeno, que se traducirá en una pérdida de espesor y una debilitación del ligamento, tanto en su estructura como en su inserción al hueso, aumentando el riesgo de lesión con la actividad súbita excesiva<sup>(15)</sup>.

Freeman<sup>(16)</sup> sugirió que la compresión en la cápsula de una articulación puede provocar un estímulo nociceptivo (dolor) y desencadenar el espasmo muscular directamente a través de la neurona motora alfa.

Se debe tener en cuenta que presiones superiores de 100N, pueden provocar lesiones<sup>(17)</sup>. Pero los estudios recopilados demuestran que la diferencia de presión entre los 50 y 100 N, no es significativamente importante, ya que los resultados de laxitud articular fueron similares con ambas presiones<sup>(14,17,18)</sup>.

La segunda capa, la elástica, proporciona compresión y admite un correcto movimiento articular, pero no limita el exceso de movimiento al final del arco articular<sup>(10)</sup>.

El cinturón sacroilíaco realiza otras funciones relacionadas con la postura, ya que reduce la tensión de las vértebras lumbosacras, disco, facetas y raíz de los nervios llevando el cuerpo a una posición erguida mediante la tracción del hueso ilíaco hacia posterior para favorecer la neutralidad<sup>(10)</sup>.

También tiene una importante función dinámica y estática, ya que la estabilización de las articulaciones sacroilíacas es imprescindible para una buena transferencia de cargas a los huesos ilíacos y piernas<sup>(19)</sup>. Los hallazgos indican que la compresión de la pelvis mediante el cinturón sacroiliaco evita movimientos no deseados<sup>(20)</sup> y, disminuye el movimiento de rotación de las articulaciones sacroilíacas en el plano sagital<sup>(21)</sup>.

Si comparamos la eficacia del cinturón sacroilíaco frente al ejercicio o un grupo control, se obtienen resultados significativos para las variables intensidad del dolor y estado funcional. Los resultados demuestran que la utilización del cinturón sacroilíaco disminuye el dolor y aumenta la puntuación media del índice de discapacidad Oswestry<sup>(22,23)</sup>.

Existen evidencias científicas suficientes para concluir que el uso del cinturón sacroilíaco reduce el dolor lumbo-pélvico<sup>(24)</sup>. El 82% de las mujeres que utilizaron este cinturón notaron una reducción del dolor pélvico posterior<sup>(25)</sup>.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • Diseño

Se plantea un estudio analítico cuasi-experimental no aleatorizado con un solo grupo de tratamiento, prospectivo y sin enmascaramiento.

### • Población

Mujeres puérperas que accedan de forma libre y voluntariamente a participar en el estudio previa firma del consentimiento informado. Deben cumplir los criterios de inclusión:

- Mujeres en estado fértil.
- Que se encuentren al final del período de puerperio clínico<sup>(8)</sup>.
- Que obtengan al menos un 20% en el cuestionario de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry<sup>(26)</sup>.
- Que padezcan dolor lumbar.

No debemos olvidar los criterios de exclusión:

- Limitación en la marcha.
- Que padezcan enfermedades congénitas
- Que hayan recibido tratamiento fisioterápico después del parto.
- Presencia de disimetrías de al menos 2 cm entre ambas extremidades inferiores<sup>(27)</sup>.

### • Variables

La variable principal es el grado de rango de movimiento de la pelvis durante la marcha, medido con la plataforma dinamométrica.



- **Procedimiento**

Tras el reclutamiento de la muestra y la firma del consentimiento informado, el investigador 1 procede a explicar la dinámica del análisis de la marcha.

Resueltas las posibles dudas, comienza el análisis individual de cada uno de los participantes en el estudio. La duración de esta fase es de 5 días.

Primero el investigador 1 procederá a la colocación de los marcadores necesarios para el análisis. Dicha colocación viene marcada por el protocolo de Davis<sup>(28)</sup>.

El participante al que se le esté realizando la prueba, debe caminar de forma natural por la pasarela colocada en el suelo. La prueba finalizará cuando el investigador 1 así lo indique.

Procedemos después a la colocación del cinturón sacroilíaco en la articulación de la pelvis. La presión debe estar entre los 50 y 100 N<sup>(14,17,18)</sup> y localizado debajo de las espinas ilíacas anterosuperiores<sup>(11,12,13,14)</sup>.

Finalizamos con las mediciones post-intervención. El procedimiento a seguir es el mismo que el día de las mediciones pre-intervención. La duración será también de 5 días.

Se analizarán dos pacientes por día, siendo de una hora la duración de cada análisis.

## RESULTADOS

Se utiliza el programa estadístico PASW Statistics 17.0 para analizar los datos, con una significación del 5%.

En primer lugar, aplicamos el test de Kolmogorov-Smirnov para determinar si los resultados siguen una distribución normal o no normal. Si estamos ante una distribución normal ( $p > 0.05$ ) se procede a realizar la prueba paramétrica T-de student para muestras relacionadas. Si por el contrario, nos encontramos frente a una distribución no normal ( $p < 0.05$ ) continuaremos analizando mediante la prueba no paramétrica Wilcoxon para muestras relacionadas.

Si los resultados del análisis salen mayor de 0.05, aceptamos la hipótesis nula concluyendo que el uso del cinturón sacroilíaco sobre la articulación de la pelvis modifica el rango de movilidad de la pelvis en mujeres puérperas

Si por el contrario los valores obtenidos son menores de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula y concluimos que el uso del cinturón sacroilíaco sobre la articulación de la pelvis no modifica el rango de movilidad de la pelvis la marcha en mujeres puérperas.

Se apoyaran los resultados con tablas de datos, gráficos...

## DISCUSIÓN

Este proyecto que demuestra la influencia del cinturón sacroilíaco en el rango de movilidad de la pelvis, aporta evidencia sobre su eficacia en la estabilización de la pelvis.

Aunque se presentan limitaciones en el estudio, es necesario que la investigación amplíe sus aportaciones en una práctica tan sencilla como la colocación de un cinturón sacroilíaco, ya que aliviar los síntomas que deja el embarazo y evita problemas futuros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) REECE A, HOBBS J: “Cambios biológicos, biomecánicos y bioquímicos en el embarazo”. *Obstetricia Clínica*. 3ª ed.: Médica Panamericana; 2010. p. 633-641.
- (2) CHAITOW L, WALKER DELANY J: *La arquitectura pélvica. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Extremidades inferiores*. Tomo 2: Paidotribo; 2006. p. 306.
- (3) MOORE K, DALLEY A, AGUR A, MOORE M: *Relajación de los ligamentos pélvicos y aumento de la movilidad articular durante el embarazo. Anatomía con orientación clínica*. 5ª ed.: Médica Panamericana; 2007. p. 366.
- (4) SJÖDAHL J: *Pregnancy-related pelvic girdle pain and its relation to muscle function*. Linköping University Electronic Press. 2010 ISSN 0345-0082; 1188
- (5) SJÖDAHL J, KVIST J, GUTKE A, ÖBERG B: “The postural response of the pelvic floor muscles during limb movements: a methodological electromyography study in parous women without lumbopelvic pain”. *Clinical Biomechanics* 2009; 24(2):183-189.
- (6) UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ENFERMERÍA Y OBSTETRICIA. *Cambios fisiológicos del embarazo*. 2008.
- (7) MILAN MUNJIN L, ILABACA F, ROJAS B. J: “Dolor lumbar relacionado al embarazo”. *Rev. chil. obstet. ginecol*. 2007; 72(4): 258-265
- (8) SOCIEDAD ESPAÑOLA DE GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA. SEGO. “Asistencia al parto”. 13/8/2013; Available at: [www.sego.es](http://www.sego.es). Accessed 08/13, 2013.
- (9) SNIJDERS CJ, RIBBERS MT, DE BAKKER HV, STOECKART R, STAM HJ: “EMG recordings of abdominal and back muscles in various standing postures: validation of a biomechanical model on sacroiliac joint stability”. *J. Electromyogr. Kinesiol*. 1998, 8:205-214.
- (10) <http://www.serola.net/>
- (11) MENS JM, DAMEN L, SNIJDERS CJ, STAM HJ: “The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain”. *Clin. Biomech.* (Bristol, Avon). 2006 Feb;21(2):122-7.
- (12) CONWAY PJW HW: “Changes in walking mechanics associated with wearing an intertrochanteric support belt”. *J. Manip. Physiol. Ther.* 1991;14(3):185-188.

- (13) MENS JM, DAMEN L, SNIJDERS CJ, STAM HJ: "The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain". *Clin. Biomech.* (Bristol, Avon). 2006 Feb;21(2):122-7
- (14) DAMEN L, SPOOR CW, SNIJDERS CJ, STAM HJ: "Does a pelvic belt influence sacroiliac joint laxity?" *Clin. Biomech.* (Bristol, Avon). 2002 Aug;17(7):495-8.
- (15) SOLOMONOW M: "Ligaments: a source of work-related musculoskeletal disorders". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2004, 14:49-60.
- (16) FREEMAN MA, WYKE B: "Articular reflexes at the ankle joint: an electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle-joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles". *The British journal of surgery* 1967, 54:990-1001.
- (17) MENS JM, DAMEN L, SNIJDERS CJ, STAM HJ: "The mechanical effect of a pelvic belt in patients with pregnancy-related pelvic pain". *Clinical biomechanics* (Bristol, Avon) 2006, 21:122-127.
- (18) VLEEMING A: "Towards An Integrated Therapy For Peripartum Pelvic Instability- A study Of The Biomechanical Effects Of Pelvic Belts". En: *Proceedings of the 1st Interdisciplinary World Congress on Low Back Pain and its Relation to the Sacroiliac Joint.* 1992
- (19) PEL JJ, SPOOR CW, POOL-GOUDZWAARD AL, HOEK VAN DIJKE GA, SNIJDERS CJ: "Biomechanical analysis of reducing sacroiliac joint shear load by optimization of pelvic muscle and ligament forces". *Ann Biomed Eng.* 2008 Mar;36(3):415-24.
- (20) PARK KM, KIM SY, OH DW: "Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities during side-lying hip abduction". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2010 Dec;20(6):1141-5
- (21) VLEEMING A, BUYRUK HM, STOECKART R, KARAMURSEL S, SNIJDERS CJ: "An integrated therapy for peripartum pelvic instability: a study of the biomechanical effects of pelvicbelts". *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1992 Apr;166(4):1243-7.
- (22) OSTGAARD HC, ZETHERSTROM G, ROOS-HANSSON E, SVANBERG B: *Reduction of back and posterior pelvic pain in pregnancy.* 1994 Apr 15;19(8):894-900.
- (23) RIBEIRO AP, JOÃO SM, SACCO IC: "Static and dynamic biomechanical adaptations of the lower limbs and gait pattern changes during pregnancy". *Womens Health (Lond Engl).* 2013 Jan;9(1):99-108.
- (24) HU H, MEIJER OG, VAN DIEËN JH, HODGES PW, BRUIJN SM, STRIJERS RL, NANAYAKKARA PW, VAN ROYEN BJ, WU W, XIA C: "Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on theASLR and on treadmill walking". *J. Biomech.* 2010 Feb 10;43(3):532-9.
- (25) KORDI R, ABOLHASANI M, ROSTAMI M, HANTOUSHZADEH S, MANSOURNIA MA, VASHEGHANI-FARAHANI F: "Comparison between the effect of lumbopelvic belt and home based pelvic stabilizing exercise on pregnant women with pelvic girdle pain; a randomized controlled trial". *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 2013;26(2):133-139.

- (26) ALCÁNTARA-BUMBIEDRO S, FLÓREZ-GARCÍA MT, ECHÁVARRI-PÉREZ C, GARCÍA-PÉREZ F: “Escala de incapacidad por dolor lumbar de Oswestry”. *Rehabilitación (Madr)*. 2006;40(3):150-8
- (27) MIRALLES R: *Dismetría de las extremidades*. Universitat Rovira i Virgili (Tarragona). p.13.
- (28) DAVIS III RB, OUNPUU S, TYBURSKI D, GAGE JR: “A gait data collection and reduction technique”. *Hum. Mov. Sci.* 1991;10:575-87.

# 10

*Heraldo Nascimento Mota*

Tutor: Ricardo Blanco Méndez

## Estudio isocinético de fuerza en musculatura abductora de hombro en sujetos con Síndrome de Pinzamiento Subacromial tras Manipulación Osteopática.

### Palabras clave:

*Síndrome de pinzamiento subacromial, dolor de hombro, Manguito rotador, Osteopatía, Manipulación osteopática, Isocinética, Dinamometría, fuerza.*

*Siempre basados en la pregunta PICO de investigación.*

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es verificar los cambios de momento de fuerza en sujetos diagnosticados con síndrome de pinzamiento subacromial de hombro en musculatura abductora tras manipulación osteopática utilizando la dinamometría isocinética en una muestra de 144 sujetos reclutados del Hospital 12 de Octubre mediante convenio.

Para ello, el diseño escogido se corresponde, con un estudio analítico experimental aleatorizado con grupo control en el que se analizará prospectivamente los datos de la variación del momento máximo de fuerza. El método de valoración se realizara a través de la dinamometría isocinética antes y después de la intervención.

La intervención consistirá en la aplicación de una técnica de manipulación osteopática para disfunción glenohumeral en superioridad en el grupo intervención mientras el grupo placebo recibirá una aplicación “farsa” de ultrasonido apagado. Los resultados se analizaran estadísticamente con el programa SPSS.

### Keywords:

*Shoulder impingement syndrome, Shoulder pain, Rotator cuff, Osteopathy, osteopathic manipulation, Isokinetic, Dynamomet\*, Strength.*

*Always based on PICO research question.*

### ABSTRACT

The aim of this study is to verify changes in moment of force in subjects diagnosed with impingement syndrome of shoulder abductor muscles after osteopathic manipulation using isokinetic dynamometry in a sample of 144 subjects recruited from the Hospital October 12 by agreement.

For this, the chosen design corresponds with an analytical randomized experimental control group which prospectively analyze data maximum time variation of strength. The method

of assessment is carried out through isokinetic dynamometry before and after the intervention.

The intervention will consist of the application of osteopathic manipulative technique for superior glenohumeral dysfunction in the intervention group while the placebo group will receive an application "farce" with an ultrasound off. The results were analyzed statistically using SPSS.

## ► INTRODUCCIÓN

La patología del aparato locomotor es uno de los motivos de consulta médica con mayor frecuencia tanto en atención primaria como para el médico especialista, y en este universo, el dolor en el complejo articular del hombro ocupa una posición a destacar<sup>(1,2,3,4)</sup>.

Según los estudios de Ojeda Felipe et al. se estima que el 40% de las personas lo presentan en algún momento de su vida, además, es causa cada vez más frecuente de baja laboral<sup>(5)</sup>.

Descrito por Neer en 1972, el concepto de Síndrome de Pinzamiento Subacromial (Shoulder Impingement Syndrome, SIS)<sup>(5,6,7,8)</sup> se caracteriza por un desgaste, enfrentamiento, una colisión mecánica (un estrechamiento del espacio subacromial) que se produce entre el mango de rotadores (los tendones del supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y el subescapular) el acromión, el ligamento coracoacromial y apófisis coracoides con la cabeza humeral<sup>(6,9)</sup>.

En base al grado y al estadio, Neer dividió el síndrome de pinzamiento en tres posibles categorías; el estadio uno se caracteriza por edema y hemorragia, en el dos hay tendinitis y fibrosis mientras que en el tres hay rotura total y/o parcial del mango rotador<sup>(6)</sup>.

Haciendo un análisis de la literatura no se puede encontrar un factor que por sí solo defina la etiología del SIS, fundamentalmente porque la mayoría de las veces se da de forma asociada. Así, las causas fundamentales serían traumáticas, degenerativas, vasculares y mecánicas, esa última muy relacionada etiopatogenicamente con el impingement, pues se observa un ascenso de la cabeza humeral.

La causa de la compresión es multifactorial, donde el síntoma principal en lesiones tendinosas de los rotadores del hombro está dominado por dolor (también nocturno) e impotencia funcional. El arco de movimiento de separación, doloroso, esta para Ojeda et al. entre 60-120° mientras que para Yves Xhardez estaría entre 80-120°<sup>(9,10)</sup>.

Muchas son las pruebas Ortopédicas funcionales que pueden ofrecer una orientación a un diagnóstico clínico más acertado para las lesiones de SIS.

Este estudio decide contar con las pruebas de Neer y Hawkins por creer que poseen una utilidad diagnóstica importante y por creer que los datos de sensibili-

dad y especificidad aportan la rigurosidad para realizar un diagnóstico bien orientado del SIS<sup>(4,11,12)</sup>.

Teniendo en cuenta que el parámetro de movimiento en que se va medir el momento de fuerza máximo, utilizando la dinamometría isocinética en ese estudio, es en ABD (entendiendo por abducción cuando una parte del cuerpo, en este caso el miembro superior, se separa del tronco en un plano frontal) y el supraespinoso, en su porción tendinosa, es el músculo que más se ve afectado en el SIS, éste estudio decide incluir pruebas que pongan de manifiesto la característica abductora en cuestión. Para ello se ha utilizado la prueba Test del Brazo caído que es una maniobra de exploración del tendón del supraespinoso. Teniendo en cuenta el arco doloroso del SIS, se utilizará el Test del Arco Doloroso<sup>(4,12)</sup>.

En base a los estudios de Reiser et al.<sup>(13)</sup> y García Vila et al.<sup>(14)</sup>, en el Síndrome de Pinzamiento Subacromial, se da un ascenso de la cabeza humeral, lo que ocasiona una disminución del espacio subacromial. En los estudios de García Vila se hace una comparación entre la causa mecánica del SIS por el ascenso humeral y la disfunción glenohumeral en superioridad de la osteopatía, pues se darían circunstancias parecidas.

El concepto osteopatía viene a ser creado por el médico Andrew Taylor Still en 1874<sup>(15,16)</sup>. Una lesión osteopática o disfunción somática se puede definir como una disparidad en la movilidad tridimensional de un elemento conjuntivo cualquiera<sup>(17)</sup>.

Las disfunciones de la articulación glenohumeral pueden ser en anterioridad, superioridad, inferioridad y posterioridad. En el caso de las disfunciones glenohumerales en superioridad, el mecanismo de lesión se caracteriza por un ascenso de la cabeza humeral con respecto a la articulación y cavidad glenoidea del omóplato, creando como consecuencia el cierre o disminución del espacio subacromial<sup>(15)</sup>.

La manipulación osteopática, es una de las técnicas utilizadas por la osteopatía donde el terapeuta procede manualmente dirigiendo un impulso con alta velocidad y baja amplitud, conocido también como movilización con impulso<sup>(18)</sup>.

En la actualidad, donde la medicina esta basada en la evidencia científica, los estudios relacionados con la osteopatía son señalados por sus insuficientes pruebas a la hora de demostrar los beneficios de la manipulación frente a otras pruebas de tratamiento. Otros estudios creen que es tan eficaz para el dolor como el uso de altas dosis de medicamentos<sup>(19)</sup>.

Según Nicholas y Oleski<sup>(20)</sup>, pacientes que recibieron tratamiento manual osteopático (TMO), han necesitado menos tiempo de recuperación intra hospitalaria y menor administración de tratamiento morfínico, concluyendo que el tratamiento osteopático inhibe el desarrollo de complicaciones que pueden conducir a la hospitalización prolongada.

Por esta razón, éste estudio decide utilizar de la dinamometría isocinética, un sistema que relaciona la tecnología informática y la robótica para evaluar y estudiar el rendimiento muscular humano de forma dinámica<sup>(21)</sup>.

La dinamometría isocinética es una herramienta ampliamente utilizada en los estudios de rendimiento muscular del hombro sano y lesionado. Es un método que puede ser utilizado, tanto para evaluar la función de un grupo muscular o una articulación, como la eficacia de una terapia debido a la posibilidad de medir parámetros de forma objetiva<sup>(22,23)</sup>.

En el trabajo isocinético, el ejercicio se hace de forma dinámica, la velocidad de acortamiento o estiramiento del músculo y la velocidad angular del miembro en cuestión, son predefinidas y mantenidas constantes por el dinamómetro isocinético a lo largo del arco de movimiento<sup>(24)</sup>. Durante el ejercicio isocinético, si el paciente experimenta sensación transitoria de dolor, el sistema se acomoda a la circunstancia, pues el paciente empuja con menos fuerza contra el brazo de resistencia para que el movimiento sea realizado en este tramo sin dolor, el sistema ofrece una fuerza proporcional a la fuerza ejercida por el paciente. En la clasificación, los valores de las velocidades más bajos (30°/seg – 60°/seg) son los que corresponden a valores utilizados para valorar fuerza muscular<sup>(18)</sup>.

Tras la revisión bibliográfica, insistimos en afirmar que se ha observado la similitud entre una disfunción osteopática en superioridad de la cabeza humeral y la patología del manguito de rotadores.

## ■ MATERIAL Y MÉTODO

### • Diseño

Se realiza un estudio prospectivo, aleatorizado y con ciego simple.

### • Participantes

Se incluye en el estudio a pacientes reclutados y diagnosticados del Síndrome Subacromial en el lado dominante, adultos de ambos sexos, ente 18 y 65 años de edad, y que firmen el consentimiento para la realización del estudio.

Tratándose de un estudio donde ambos grupos, el de control y el de la intervención, saben lo que se les está haciendo, es una de las dificultades que hay en los estudios de terapia manual, los pacientes de ambos grupos no pueden ser cegados. Además, la misma realidad se vive respecto a los investigadores que realizan las intervenciones en el grupo placebo y grupo tratamiento, pues sabrán de qué grupo se trata.

### • Procedimiento

Los voluntarios que cumplieron los criterios de inclusión, fueron asignados aleatoriamente en dos grupos: 77 sujetos en el grupo control recibirán tratamiento clásico de fisioterapia con ultrasonido apagado. El otro grupo también con 77 sujetos recibirán tratamiento clásico de fisioterapia y manipulación osteopática para superioridad glenohumeral.

Se calcula el tamaño muestral mediante la comparación de dos medias. Asumiendo un nivel de significación ( $\alpha$ ) del 5% y un poder estadístico ( $1 - \beta$ ) del 80% el



valor K será 7,85. La varianza se calcula en base al artículo "Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects".

La variable principal es el *peak torque* o momento de fuerza máximo concéntrica de abducción de hombro medida con dinamometría isocinética. Se trata de una variable dependiente cuantitativa continua expresada en Newtons/m.

Las variables secundarias:

- Sexo: Variable Cualitativa Nominal Dicotómica (1=hombre /2=mujer)
- Edad: Variable Cuantitativa Continua Discreta (1=hombre /2=mujer)

La distribución de tareas del equipo investigador son las siguientes:

1. El investigador 1, es responsable de llevar a cabo la organización del estudio y posterior redacción del mismo, hacer la supervisión del equipo de fisioterapeutas como también llevar la gestión y la evolución del estudio en las distintas etapas del mismo.
2. El investigador 2 será el primer ciego del estudio, familiarizado con el manejo del dinamómetro, será el responsable de realizar las mediciones en el aparato de dinamometría, ya que estará entrenado para ello. El investigador 2 no deberá tener contacto con los demás integrantes del estudio, así como no tener ningún vínculo con el equipo médico y de fisioterapeutas del hospital responsable del muestreo dirigido para el presente estudio. Los pacientes son advertidos de no comentar su tratamiento con el equipo que realiza el estudio.
3. El investigador 3, responsable de llevar a cabo la intervención placebo en grupo control y también la intervención en el grupo experimental.
4. El 4 se responsabilizará en la recolección y posterior análisis estadístico de todos los resultados obtenidos.

#### • **Medición en dinamometría isocinética**

Previo al estudio a realizar y a cada medición siempre se procederá a una calibración del aparato en base a los parámetros y procedimientos mencionados y recomendados<sup>(24)</sup>.

Previo al estudio a realizar y a cada medición, siempre se procederá a una calibración del aparato en base a los parámetros y procedimientos mencionados y recomendados<sup>(24)</sup>. Acto seguido harán 5 repeticiones submáximas para un período de familiarización, pasando en dos minutos a la realización de la prueba.

En la prueba la medición de momento máximo de fuerza se realizará en el recorrido de una abducción desde los 20° hasta los 80° con un rango total de movimiento de 60°, evitando así la exacerbación del choque a los 90° de abducción<sup>(25)</sup>. La velocidad a la que se realizará la prueba será de 60°/seg., pues se trata de una variable momento de fuerza y se efectuarán cinco repeticiones sin ninguna clase de estímulos verbales ni tampoco visuales<sup>(26,27)</sup>. La ABD de hombro se realizará en el plano de la escápula<sup>49</sup> (el plano de la escápula está descrito en 30° de flexión en torno a un eje perpendicular al plano del omóplato), rotación neutra y 20° de ABD con codo

en extensión completa. La articulación acromioclavicular se ha alineado sobre el eje rotacional de la máquina. De las cinco repeticiones de la prueba se descartó la primera por el efecto aprendizaje, y la última por el efecto fatiga, quedando con las tres centrales de las cuales elegiremos la más alta<sup>(28)</sup>.

#### • Intervención

Duración de la intervención: Todos los participantes del estudio serán citados en el laboratorio donde el investigador 3 procederá a realizar el último día del estudio la intervención de manipulación osteopática para DGHS.

Técnica de *Thrust* para una disfunción glenohumeral en superioridad:

- El paciente se encontrará situado más hacia el borde de la camilla del lado a manipular. El investigador 3 tratará de posicionar la cabeza del paciente en rotación en lateroflexión ipsilateral al hombro con el SIS, consiguiendo así proteger el plexo braquial.
- Ajustándose a la altura del paciente, el investigador 3 se colocará en finta doble, a la altura del tórax del paciente, al lado del hombro con el SIS. Con su mano caudal controla el brazo lesionado manteniendo el codo en una flexión de 90°, con la mano craneal, hará un contacto con el hueso pisiforme de su mano en el troquíter por encima previo atornillamiento de su mano con la piel y estructura en el hombro.
- Cuando ya se encuentran los contactos ajustados, el terapeuta coloca su centro de gravedad encima del hombro a manipular, reduciendo el *Slack* traccionando en dirección caudal.
- El *Thrust* se realiza con una maniobra rápida de poca amplitud hacia caudal de-coaptando la articulación<sup>(15)</sup>.
- Todo el procedimiento de colocación y ejecución tiene duración aproximada de 5min.

## ► RESULTADOS

Para establecer si los resultados presentan una distribución normal o anormal, se aplica el test de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Si la distribución es normal ( $p > 0,05$ ), se utilizará la prueba paramétrica T de Student para muestras independientes.

Si la distribución es anormal ( $p < 0,05$ ) se utilizará la prueba no paramétrica U Mann Whitney. Si el valor p es menor de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Se concluye que la manipulación osteopática para disfunción en superioridad glenohumeral en pacientes con SIS, produce cambios en el momento máximo de fuerza isocinética.

Si el valor p es mayor de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula. Se concluye que la manipulación osteopática para disfunción en superioridad glenohumeral en pacientes con SIS, no produce cambios en el momento máximo de fuerza isocinética.

## DISCUSIÓN

Este proyecto podría tener una serie de limitaciones potenciales entre las que podemos destacar:

- La imposibilidad de controlar que el paciente recurra a tratamiento farmacológico.
- Tanto los que ejecutaran la intervención como los que la recibirán, no podrán ser cegados y podrán existir problemas en los resultados a medio y largo plazo.
- Posibilidad de que el paciente abandone el estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BASKURTA Z, BASKURTA F, GELECEKB N, ÖZKANC MH: “The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients with subacromial impingement syndrome”. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2011, 24, 173–179.
- (2) GARCÍA DÍAZ MF, SÁNCHEZ MEDINA M: “Evolución y características de los pacientes con hombro doloroso en atención primaria”. *Aten. Primaria*, Asturias España. 2004, 2005;35(4):192-7.
- (3) RUIZ SÁNCHEZ F, RUIZ SANTIAGO F, PLATERO RICO D: *Diagnóstico tratamiento en la patología del manguito rotador*.
- (4) BUCKUP K: *Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular: exploraciones-signos-síntomas*. Masson, S.A. Barcelona.
- (5) OJEDA FELIPE, NAVARRO NAVARRO, RUIZ CABALLERO, JIMÉNEZ DÍAZ, BRITO OJEDA: *Estudio del síndrome del manguito de los rotadores en una consulta de atención primaria*.
- (6) MENESES AG: *Síndrome de pinzamiento*. Medigraphic Artemisa. Volúmen 2, número 2, abril-junio. 2006.
- (7) COOLS AM, WITVROUW EE, VANDERSTRAETEN GG, CMABIER DC: “Evaluation of Isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction retraction movement in overread athletes with impingement symptoms”. *Br J Sports Med*. 2004; 38: 64-68. Doi: 10.1136/bjism.2003.004952
- (8) WING K, CHANG MD: “Shoulder impingement syndrome”. *NYCONN Orthopaedic and Rehabilitation Specialists*. 2004, New York, NY 10028, USA .
- (9) EROL O, OZÇAKAR L, ÇELIKER R, ANKARA, TURKEY: “Shoulder rotator strength in patients with atage I-II subacromial impingement: relationship to pain, disability, and quality of life”. *Journal of shoulder*. 2008, 05.043
- (10) Xhardez Y: *Vademecum de Fisioterapia y de reeducacion funcional*. El Ateneo.
- (11) AKYOL Y, ULUS Y, DURMUS D: *Effectiveness of microwave diathermy on pain, functional capacity, muscle strength, quality of life, and depression in patients with Subacromial Impingement Syndrome: a randomized placebo-controlled clinical study*.
- (12) HOPPENFELD S: *Exploracion física de la columna vertebral y las extremidades. Manual Moderno*. 2000.
- (13) REISER, BAUR-MELNYK, GLASER: *Diagnóstico por la imagen del sistema musculoesquelético. serie directo al diagnóstico en radiología*. Editorial Médica Panamericana.

- (14) GARCÍA VILA SF, CORTIJO SÁNCHEZ C: *Eficacia de una técnica de thrust para la disfunción glenohumeral en superioridad*. Escuela de Osteopatía de Madrid, 2008.
- (15) RICARD F: *Colección de medicina osteopática. Miembro superior, cintura escapular y hombro*. Escuela de Osteopatía de Madrid. Tomo 1; 2011.
- (16) LESH O EP: *An overview of osteopathic medicine*. Arch Fam Med/ Vol 8, Nov/Dec 1999.
- (17) SPIEGEL AJ, CAPOBIANCO JD, KRUGER A, SPINNER WD: "Osteopathic manipulative medicine in the treatment of hypertension: an alternative, conventional approach". *Heart Disease*. Vol 5, Nº 4, July/August 2003.
- (18) BOTHA W, KORPORAL CM, JACKSON DR: *The short-term effect of manipulation of selected cervical spinal segments on the peak torque of the rotator cuff in asymptomatic patients with and without mechanical cervical spine dysfunction*. Durban Institute Of Technology.
- (19) BROLINSON PG, MCGINLEY SMG, KERGER S: "Osteopathic manipulative medicine and the athlete". *Curr. Sports Med. Rep.* 2008, Vol. 7, Nº 1, Pp. 49-56.
- (20) NICHOLAS AS, OLESKI SL: "Osteopathic manipulative treatment for postoperative pain". *Jaoa*. 2002 Supplement 3. Vol 102. Nº9.
- (21) HUESA JIMENEZ F, GARCÍA DÍAZ J, VARGAS MONTES: "Dinamometría isocinética: técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación". *Rehabilitación (Madr)* 2005;39(6):288-96.
- (22) ZANCA G, OLIVEIRA AB, SACCOL MF, MATTIELLO-ROSA SM: "Isokinetic dynamometry applied to shoulder rotators – Velocity limitations in eccentric evaluations". Department of Physical Therapy, Federal University of São Carlos, São Carlos, SP, Brazil. Received 11 November 2010; received in revised form 20 April 2011; accepted 5 May 2011. *Journal of Science and Medicine in Sport* 14 (2011) 541–546.
- (23) VILARRASA SR, GARCÍA AC, SAÑUDO MI, ORTIZ FJ, MARTÍNEZ TMJ, SALA AM, TAPIAS OG, DE LA PRADA GCM: "Análisis isocinético en el síndrome de pinzamiento subacromial en el ámbito laboral. Valoración de la eficacia de un tratamiento de rehabilitación". *Patología del aparato locomotor*. 2004; 2 (4): 252-258 22.
- (24) PÉREZ MALLADA N: "Dinamometrías de fuerza: isométricos, isotónicos y isocinéticos". *Investigación en biomecánica clínica*. Universidad Pontificia Comillas; 2012-2013.
- (25) VAN MEETEREN J, ROEBROECK ME, STAM HJ: "Responsiveness of isokinetic dynamometry parameters, pain and activity level scores to evaluate changes in patients with capsulitis of the shoulder". *Clinical Rehabilitation*. 2006; 20: 496-501.
- (26) CODINE P, BERNARD PL, POCHOLLE M, HERINSSON: "Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results". *Science direct*. 2005 80-92.
- (27) EMMANUEL A, AUDENAERT, DE ROO PJ, MAHIEU P, COOLS A, BAELE N, D'HERDE K, VERDONK R: "Deltoid muscle volume estimated from ultrasonography: in vitro validation and correlation with isokinetic abduction strength of the shoulder". *Med. Biol. Eng. Comput.* 2009, m47:557-563.
- (28) EDOUARD P, SAMOZINO P, JULIA M, GLEIZES CERVERA S, VANBIERVIET W, CALMELS P, GREMEAUX V: "Reliability of isokinetic assessment of shoulder-rotator strength: a systematic review of the effect of position". *Journal of Sport Rehabilitation*. 2011, 20:367-383.



*Lorea Rodríguez Pérez*

Tutor: Carlos López Moreno

## Estudio de la variación en la señal electromiográfica de recto anterior de cuádriceps post manipulación de L3.

### Palabras clave:

*Manipulación espinal, manipulación lumbar, electromiografía, neurofisiología, recto femoral de cuádriceps, contracción isométrica.*

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar si la manipulación vertebral de L3 en disfunción de ERSd mediante técnica de "thrust" para ERSd produce cambios en la señal RMS de EMGs en recto anterior de cuádriceps derecho durante la contracción máxima isométrica. Para ello el diseño escogido será un estudio analítico cuasi experimental prospectivo controlado por la extremidad inferior izquierda.

El método de valoración se realizará mediante la señal RMS de electromiografía de superficie medida durante una a contracción máxima voluntaria en ambos rectos femorales antes y después de la intervención.

La intervención consistirá en la manipulación vertebral de L3 mediante técnica de "thrust" para ERSd.

### Keywords:

*Spinal manipulation, lumbar manipulation, electromyography, neurophysiology, rectus femoris, Isometric contraction.*

### ABSTRACT

The objective of this study is to determinate if L3 vertebral manipulation in ERSd dysfunction using thrust to ERSd technique produces changes in the signal RMS EMGs in rectus femoris right during the maximum isometric contraction. For this purpose the chosen design will be an analytical, prospective, controlled by the left lower extremity quasi-experimental study.

The valuation method will the RMS signal of electromyography of surface measured during a voluntary maximum contraction in both rectus femoris, before and after the intervention.

Intervention will consist of L3 vertebral manipulation using thrust technique to ERSd.

## ► INTRODUCCIÓN

— Las manipulaciones vertebrales se pueden definir como: “maniobras articulares breves y secas que llevan a la articulación más allá de su límite de movimiento fisiológico sin sobrepasar nunca los límites anatómicos”<sup>(3)</sup>.

Este término incluye diferentes procedimientos llevados a cabo por diferentes profesionales de la fisioterapia, quiropraxia y osteopatía<sup>(2)</sup>.

Diversas teorías han tratado de explicar los efectos que acontecen en el cuerpo humano tras la aplicación de las manipulaciones vertebrales. A pesar de los estudios de los que se dispone en la actualidad dichos efectos no quedan del todo claros.

Según J.G. Pickar y P.S. Bolton la manipulación espinal puede afectar al sistema nervioso por activación de las neuronas sensoriales paraespinales durante la propia maniobra o por la alteración de la biomecánica vertebral<sup>(1)</sup>.

Pocos estudios recogen la influencia de una manipulación espinal en músculos a distancia del lugar de manipulación.

Philip D. *et al.*, sugieren que la manipulación espinal puede reducir los desequilibrios de fuerza entre ambas extremidades para los parámetros de flexión en cadera y rodilla en pacientes con al menos un 15% de diferencia en la fuerza isométrica entre ambas piernas.

Terry L. *et al.*, estudiaron los efectos de la manipulación lumbopélvica en la activación de cuádriceps en pacientes sanos. Se midió la fuerza de extensión de cuádriceps inmediatamente después de la intervención, a los 20, 40 y 60 minutos<sup>(37)</sup>.

Observaron un incremento poco significativo en la fuerza de cuádriceps que desaparecía a los 20 minutos de la intervención<sup>(37)</sup>.

Terry L *et al.*, estudiaron los efectos de la manipulación lumbopélvica en personas con síndrome de dolor femoro-patelar<sup>(38)</sup>.

En este caso concluyen, con que no hay diferencia en la activación de cuádriceps tras la intervención<sup>(38)</sup>.

— La EMGs detecta la actividad eléctrica al paso del impulso nervioso que provoca la despolarización de la membrana de la célula muscular<sup>(45)</sup>.

Mediante estas pruebas nos será posible evaluar el reclutamiento de fibras musculares.

Se emplea frecuentemente para cuantificar la magnitud y tiempo de activación muscular durante la realización de diferentes tareas.

— La idea principal de este estudio es conocer si la manipulación de un segmento lumbar produce variaciones en la señal electromiográfica de los músculos inervados por la raíz correspondiente, sin que dichos músculos tengan relación directa con el segmento en cuanto a origen o inserción.

— La inervación motora del recto anterior de cuádriceps corre a cargo del nervio femoral (plexo lumbar), cuyas raíces emergen de de los segmentos vertebrales L2-L4.

— Teniendo en cuenta todo lo anterior se decide manipular L3 para valorar sus posibles efectos en recto anterior de cuádriceps mediante el estudio de la señal RMS de Electromiografía de superficie.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### • **Diseño**

Estudio analítico cuasi experimental prospectivo con un solo grupo controlado por la extremidad inferior contralateral.

### • **Población**

- Personal y alumnos de la facultad de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” que se presenten voluntarios al estudio y que estén en edades comprendidas entre 18 y 40 años.
- Que cumplan los criterios de inclusión.
- Que sean diagnosticados de la forma establecida para este proyecto (tres osteópatas con más de 10 años de experiencia han de coincidir en el diagnóstico de la lesión).

### • **Criterios de inclusión**

- Sujetos cuyo diagnóstico a la valoración establecida sea L3 en ERSd.
- Adultos de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y 40 años.
- Haber firmado el consentimiento informado.

### • **Criterios de exclusión**

- Todos aquellos que no cumplan alguno de los criterios de inclusión.
- Cualquier patología lumbar o de MMII.
- Alergias al material de los electrodos de superficie.
- Problemas musculares, de sensibilidad o neurológicos que puedan variar la señal de EMGs.
- Índice de masa corporal entre 18,5- 25.
- Todos aquellos que presenten alguna contraindicación para la realización de una prueba isocinética.
- Todos aquellos que presenten contraindicaciones a la manipulación.

### • **Recogida y análisis de datos**

La totalidad de la medición se resume en las siguientes etapas:

- 1) *Calentamiento previo:* Antes de la intervención, los sujetos realizarán un calentamiento de 5 minutos en una bicicleta estática adaptada a sus medidas antropométricas<sup>(49)</sup>.
- 2) *Colocación de los electrodos de superficie y posicionamiento en la silla del dinamómetro PRYMUS RS™.*

- 3) *Medición de RMS* durante la realización del test isométrico pre intervención con ayuda del dinamómetro.
- 4) *Manipulación lumbar L3* en ERSd.
- 5) *Medición de RMS* durante la realización del test isométrico post intervención con ayuda del dinamómetro.

- **Registro de la señal RMS de EMGs pre y post manipulación**

- Se empleará el equipo de electromiografía de superficie BTS Pocketemg (BTS Bioengineering, Milán, Italia), unido a un PC con Windows XP (Microsoft corporation, redmond, EEUU).
- Los electrodos de superficie empleados serán de Ag/Ag Cl.

*Preparación del estudio:*

Colocación de los electrodos de superficie según protocolo SENIAM:

- En primer lugar nos aseguraremos de que la piel de la zona a valorar está libre de vello e impurezas. Procederemos a la colocación de los electrodos en rectos anteriores de cuádriceps derecho e izquierdo: en sentido longitudinal, en la mitad de la línea entre espina ilíaca antero inferior y borde superior de la rótula, sin exceder los 20 mm la distancia inter electrodos. Colocaremos el electrodo de tierra en el maleolo peroneal izquierdo.
- Fijaremos los cables sobre la piel del paciente para intentar evitar la aparición de “ruídos” en la señal electromiográfica por artefacto de movimiento.
- Realizaremos un test de contracción pidiendo extensión de rodilla sin rotaciones mientras se aplica la resistencia a una distancia fija en el tercio distal de la pierna.
- Las mediciones se realizan con una flexión de 90° de rodilla.
- La prueba consiste en pedirle a cada sujeto que realice con ayuda del dinamómetro, 3 contracciones isométricas voluntarias máximas de 6 segundos de duración cada una con un descanso de 60 segundos entre cada contracción para minimizar los efectos de la fatiga<sup>(50)</sup>.
- Realizaremos un filtrado de la señal de 2- 3 Hz. Rectificaremos la señal. Cuantificaremos la señal mediante RMS. Se seleccionan los 2 segundos centrales de cada contracción isométrica.
- Normalizaremos la señal para músculos simétricos y así poder calcular el % de asimetría.

- **Intervención**

Teniendo en cuenta que en estudios anteriores no se protocoliza una técnica específica para este nivel, se opta por seleccionar una técnica osteopática con thrust: Técnica de lumbar-roll para corrección de una disfunción en ERS Lumbar a la derecha de L3<sup>(5)</sup>.



Construcción de las palancas:

- Se tracciona el miembro inferior extendido que reposa sobre la camilla en dirección caudal para aumentar la concavidad superior.
- Se lleva en flexión anterior el tronco hasta abrir el espacio superior del segmento en disfunción.
- Se tracciona el miembro superior del paciente que se encuentra sobre la camilla cefálicamente hasta percibir el movimiento del segmento a manipular.
- Se tracciona en dirección podálica el miembro superior del paciente que se encuentra sobre la camilla.
- El terapeuta controla la rodilla superior del paciente con sus muslos para determinar los grados de flexión necesarios para focalizar el segmento a tratar. Rotar al paciente en bloque hasta ver el segmento en disfunción.

Ejecución de la técnica: El terapeuta reduce el “slak” aumentando todos los parámetros a la vez realiza un “body drop” sobre el talón posterior.

El impulso abrirá el espacio articular entre L3 y L4.

- **Método de análisis estadístico**

Ante la imposibilidad de encontrar datos para aplicar a la fórmula de comparación de dos medias y establecer el tamaño necesario de la muestra se decide realizar un estudio piloto con el fin de obtener los datos de desviación típica y precisión.

A los datos obtenidos de la medición en MID post intervención se le restan los obtenidos en la medición en la misma extremidad pre intervención obteniendo así la variable resultado.

Se realiza el mismo procedimiento en el MII recogiendo los datos pre intervención y post intervención y calculando la variable resultado.

Posteriormente se realizará un contraste de muestras no relacionadas entre la variable resultado del MID y del MII.

Para establecer si los resultados presentan una distribución normal o no normal, se aplicará el test de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Si la distribución es normal, se empleará la prueba paramétrica T de Student para muestras no relacionadas.

Si la distribución no es normal se utilizará la prueba no paramétrica para muestras no relacionadas de Mann-Whitney.

Una vez realizado el análisis estadístico de la variable principal, se hará un test de correlación de Pearson para establecer las relaciones que puedan existir entre los diferentes grupos de edad y entre hombres y mujeres (variables secundarias).

## ▶ LIMITACIONES

- No tenemos en cuenta los efectos de la fatiga.
- No conocemos el nivel de condición física previo de los pacientes.
- Sólo se miden los efectos inmediatos post manipulación.
- Es posible que el sonido articular durante la manipulación actúe como efecto placebo.
- Tomar la muestra dentro de la facultad limita el estudio a la hora de generalizar resultados fuera de ella.

## ▶ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) PICKAR JG, BOLTON PS: "Spinal manipulative therapy and somatosensory activation". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2012 Oct;22(5):785-94.
- (2) SCHNEIDER MJ: *Comparison of mechanical vs. manual manipulations methods for low back pain.* 2009.
- (3) MAIGNE JY: "Mode d'action et règles d'application des manipulations vertébrales. Lett Rhumatol". *Joint Bone Spine.* 2003. (270):14-9.
- (4) VAUTRAVERS P, GARCÍA JL, LECOQ J, MAIGNE JY: *Manipulaciones de la columna vertebral.* Elsevier. 2001
- (5) RICARD F: *Tratamiento osteopático de las lumbalgias y lumbociáticas por hernias discales.* Madrid: Médica Panamericana; 2003.
- (6) DISHMAN JD, BALL KA, BURKE J: "First prize: Central motor excitability changes after spinal manipulation: a transcranial magnetic stimulation study". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2002 Jan;25(1):1-9.
- (7) GONZÁLEZ I: "Impacto de las técnicas manuales usadas en osteopatía sobre los propioceptores musculares: revisión de la literatura científica". *Osteopat. Científica.* 2009 May;4(2):70-5.
- (8) HERZOG W: "The biomechanics of spinal manipulation". *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2010 Jul;14(3):280-6.
- (9) FLYNN TW, CHILDS JD, FRITZ JM: "The audible pop from high-velocity thrust manipulation and outcome in individuals with low back pain". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2006 Jan;29(1):40-5.
- (10) FLYNN TW, FRITZ JM, WAINNER RS, WHITMAN JM: "The audible pop is not necessary for successful spinal high-velocity thrust manipulation in individuals with low back pain". *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2003 Jul;84(7):1057-60.
- (11) PICKAR JG: "Efectos neurofisiológicos de la manipulación vertebral". *Osteopat. Científica.* 2011 Jan;6(1):2-18.
- (12) DISHMAN JD, GRECO DS, BURKE JR: "Motor-evoked potentials recorded from lumbar erector spinae muscles: A study of corticospinal excitability changes asso-

- ciated with spinal manipulation". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2008 May;31(4):258-70.
- (13) BICALHO E, PALMA SETTI JA, MACAGNAN J, RIVAS CANO JL, MANFFRA EF: "Immediate effects of a high-velocity spine manipulation in paraspinal muscles activity of nonspecific chronic low-back pain subjects". *Man. Ther.* 2010 Oct;15(5):469-75.
- (14) HARVEY M-P, DESCARREAUX M: "Short term modulation of trunk neuromuscular responses following spinal manipulation: a control group study". *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:92.
- (15) TAYLOR HH, MURPHY B: "Altered Central Integration of Dual Somatosensory Input After Cervical Spine Manipulation". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2010 March;33(3):178-88.
- (16) DISHMAN JD, WEBER II KA, CORBIN RL, BURKE JR: Understanding inhibitory mechanisms of lumbar spinal manipulation using H-reflex and F-wave responses: A methodological approach. *J Neurosci Methods.* 2012 Sep;210(2):169-77.
- (17) DISHMAN JD, BULBULIAN R: "Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation". *Spine.* 2000 Oct;25(19):2519-24.
- (18) DISHMAN JD, BURKE J: "Spinal reflex excitability changes after cervical and lumbar spinal manipulation: a comparative study". *Spine J. Off. J. North. Am. Spine Soc.* 2003 Jun; 3(3):204-12.
- (19) LALANNE K, LAFOND D, DESCARREAUX M: "Modulation of the flexion-relaxation response by spinal manipulative therapy: a control group study". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2009 Mar;32(3):203-9.
- (20) LEARMAN KE, MYERS JB, LEPHART SM, SELL TC, KERNS GJ, COOK CE: "Effects of spinal manipulation on trunk proprioception in subjects with chronic low back pain during symptom remission. *J. Manipulative. Physiol. Ther.* 2009 Feb;32(2):118-26.
- (21) LEARMAN KE. *Treatment effects of spinal manipulation on proprioception in subjects with chronic low back pain.* 2007.
- (22) MADURO DE CAMARGO V, ALBURQUERQUE-SENDÍN F, BÉZIN F, COBOS STEFANELLI V, RODRIGUES DE SOUZA DP, FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS C: "Immediate effects on electromyographic activity and pressure pain thresholds after a cervical manipulation in mechanical neck pain: a randomized controlled trial". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2011 May;34(4):211-20.
- (23) BICALHO E, PALMA SETTI JA, MACAGNAN J, RIVAS CANO JL, MANFFRA EF: "Immediate effects of a high-velocity spine manipulation in paraspinal muscles activity of nonspecific chronic low-back pain subjects". *Man. Ther.* 2010 Oct;15(5):469-75.
- (24) DUNNING J, RUSHTON A: "The effects of cervical high-velocity low-amplitude thrust manipulation on resting electromyographic activity of the biceps brachii muscle". *Man. Ther.* 2009 Oct;14(5):508-13.
- (25) YU X, WANG X, ZHANG J, WANG Y: "Changes in pressure pain thresholds and basal electromyographic activity after instrument-assisted spinal manipulative therapy in asymptomatic participants: a randomized, controlled trial. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2012 Jul;35(6):437-45.

- (26) DEVOCHT JW, PICKAR JG, WILDER DG: "Spinal manipulation alters electromyographic activity of paraspinal muscles: a descriptive study". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2005 Sep;28(7):465-71.
- (27) FERREIRA ML, FERREIRA PH, HODGES PW: "Changes in postural activity of the trunk muscles following spinal manipulative therapy". *Man. Ther.* 2007 Aug;12(3):240-8.
- (28) GILL NW, TEYHEN DS, LEE IE: "Improved contraction of the transversus abdominis immediately following spinal manipulation: A case study using real-time ultrasound imaging". *Man. Ther.* 2007 Aug;12(3):280-5.
- (29) ROY RA, BOUCHER JP, COMTOIS AS: "Heart rate variability modulation after manipulation in pain-free patients vs patients in pain". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2009 May;32(4):277-86.
- (30) KARASON AB, DRYSDALE IP: "Somatovisceral response following osteopathic HVLAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2003 May;26(4):220-5.
- (31) ORAKIFAR N, KAMALI F, PIROUZI S, JAMSHIDI F: "Sacroiliac joint manipulation attenuates alpha-motoneuron activity in healthy women: a quasi-experimental study". *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2012 Jan;93(1):56-61.
- (32) DESCARREAU M, BLOUIN J-S, DROLET M, PAPADIMITRIOU S, TEASDALE N: "Efficacy of preventive spinal manipulation for chronic low-back pain and related disabilities: a preliminary study". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2004 Oct;27(8):509-14.
- (33) ROY RA, BOUCHER JP, COMTOIS AS: "Paraspinal cutaneous temperature modification after spinal manipulation at L5". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2010 May;33(4):308-14.
- (34) SUTER E, MCMORLAND G, HERZOG W: "Short-term effects of spinal manipulation on h-reflex amplitude in healthy and symptomatic subjects". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2005 Nov;28(9):667-72.
- (35) COLLOCA CJ, KELLER TS, GUNZBURG R: "Biomechanical and neurophysiological responses to spinal manipulation in patients with lumbar radiculopathy". *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2004 Jan;27(1):1-15.
- (36) CHILIBECK PD, CORNISH SM, SCHULTE A, JANTZ N, MAGNUS CRA, SCHWANBECK S, et al.: "The effect of spinal manipulation on imbalances in leg strength". *J. Can. Chiropr. Assoc.* 2011 Sep;55(3):183-92.
- (37) GRINDSTAFF TL, HERTEL J, BEAZELL JR, MAGRUM EM, INGERSOLL CD: "Effects of lumbopelvic joint manipulation on quadriceps activation and strength in healthy individuals". *Man. Ther.* 2009 Aug;14(4):415-20
- (38) GRINDSTAFF TL, HERTEL J, BEAZELL JR, MAGRUM EM, KERRIGAN DC, FAN X, et al.: "Lumbopelvic joint manipulation and quadriceps activation of people with patellofemoral pain syndrome". *J. Athl. Train.* 2012;47(1):24-31.
- (39) KAPANDJI AI: *Fisiología Articular Vol. 3*. 6ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2011.

- (40) RUBIERE H, DELMAS A: *Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional*. Vol. 2. 11ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
- (41) NEUMANN, DONALD A: *Fundamentos de rehabilitación física*. Barcelona. Editorial Paidotribo; 2007.
- (42) CHICHARRO JL. *Fisiología clínica del ejercicio*: Médica Panamericana; 2008.
- (43) MERLETTI L, PARKER P: *Electromyography. physiology, engineering and noninvasive applications*. New Jersey. Wiley Interscience; 2004.
- (44) LEHMAN G: *Kinesiological research: "The use of surface electromyography for assessing the effects of spinal manipulation"*. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2012 Oct;22(5):692-6.
- (45) VILLARROYA APARICIO MA: "Electromiografía kinesiológica". *Rehabilitación*. 2005 Jan;39(6):255-64.
- (46) ALTENBURG TM, DE RUITER CJ, VERDIJK PWL, VAN MECHELEN W, DE HAAN A: "Vastus lateralis surface and single motor unit electromyography during shortening, lengthening and isometric contractions corrected for mode-dependent differences in force-generating capacity". *Acta Physiol.* 2009;196(3):315-28.
- (47) BECK TW, HOUSH TJ, CRAMER JT, WEIR JP: "The effects of interelectrode distance over the innervation zone and normalization on the electromyographic amplitude and mean power frequency versus concentric, eccentric, and isometric torque relationships for the vastus lateralis muscle". *J. Electromyogr. Kinesiol. Off J. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol.* 2009 Apr;19(2):219-31.
- (48) EBERSOLE KT, O'CONNOR KM, WIER AP: "Mechanomyographic and electromyographic responses to repeated concentric muscle actions of the quadriceps femoris". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2006 Apr;16(2):149-57.
- (49) SHENOY S, MISHRA P, SANDHU JS: "Peak torque and IEMG activity of quadriceps femoris muscle at three different knee angles in a collegiate population". *J. Exerc. Sci. Fit.* 2011;9(1):40-5.
- (50) KONG P, VAN HASELEN J: "Revisiting the influence of hip and knee angles on quadriceps excitation measured by surface electromyography". *ISMJ.* 2010; 11(2): 313-23.
- (51) FAUTH ML, PETUSHEK EJ, FELDMANN CR, HSU BE, GARCEAU LR, LUTSCH BN, et al.: "Reliability of surface electromyography during maximal voluntary isometric contractions, jump landings, and cutting". *J. Strength Cond. Res. Natl. Strength Cond. Assoc.* 2010 Apr;24(4):1131-7.
- (52) PINCIVERO DM, GANDHI V, TIMMONS MK, COELHO AJ: "Quadriceps femoris electromyogram during concentric, isometric and eccentric phases of fatiguing dynamic knee extensions". *J. Biomech.* 2006;39(2):246-54.
- (53) NORCROSS MF, TROY BLACKBURN J, GOERGER BM: "Reliability and interpretation of single leg stance and maximum voluntary isometric contraction methods of electromyography normalization". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2010 Jun;20(3):420-5.

- (54) ROUFFET DM, HAUTIER CA: "EMG normalization to study muscle activation in cycling". *J. Electromyogr. Kinesiol.* 2008 Oct;18(5):866-78.
- (55) PINCIVERO DM, SALFETNIKOV Y, CAMPY RM, COELHO AJ: "Angle- and gender-specific quadriceps femoris muscle recruitment and knee extensor torque". *J. Biomech.* 2004 Oct;37(11):1689-97.
- (56) JÖNHAGEN S, HALVORSEN K, BENOIT DL: "Muscle activation and length changes during two lunge exercises: implications for rehabilitation". *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2009 Aug;19(4):561-8.
- (57) SACCO ICN, GOMES AA, OTUZI ME, PRIPAS D, ONODERA AN: "A method for better positioning bipolar electrodes for lower limb EMG recordings during dynamic contractions". *J. Neurosci. Methods.* 2009 May;180(1):133-7.



*Eduardo Sánchez Muñoz*

Tutor: Néstor Pérez Mallada

## Aumento del momento máximo de la fuerza muscular del cuádriceps con punción seca en puntos gatillo miofasciales.

### Palabras clave:

*Puntos gatillo, punción seca, isocinéticos de rodilla, cuádriceps.*

### RESUMEN

El propósito del artículo es estudiar si hay aumento del momento de fuerza máxima del cuádriceps mediante la técnica de punción seca aplicada en los puntos gatillo que se encuentren activos. Se realiza un isocinético del vasto medial del cuádriceps en 118 pacientes en los que encontremos un punto gatillo activo. La variable principal que se estudia es el momento máximo de fuerza. Las etapas son: evaluación biomecánica del cuádriceps, aplicación de la técnica de punción seca y por último otra re-evaluación. Se ha utilizado un equipo de isocinéticos PRIMUS, donde se coloca al paciente sentado con flexión de cadera de 110° y la espalda apoyada, la resistencia para el test se sitúa en el tercio distal de la tibia. El protocolo que se va a aplicar en el test isocinético es de 15 repeticiones a una velocidad de 120°. Los resultados son estudiado a través del programa informático SPSS.

### Keywords:

*Trigger point, dry needling, isokinetic knee, quadriceps.*

### ABSTRACT

The purpose of the paper is to study if there is increased time of maximum quadriceps strength by dry needling technique applied to trigger points are active. It keeps isokinetic quadriceps vastus medialis in 118 patients in whom we find an active trigger point. The main variable is studied is the maximum moment of force. The stages are: biomechanical evaluation of quadriceps, applying the technique of dry needling and finally another reassessment. We used an isokinetic PRIMUS team where the patient is placed sitting with hip flexion of 110° and backs against the resistance for the test is located in the distal third of the tibia. The protocol to be applied in the isokinetic test is 15 repetitions at a speed of 120°. Results are examined through SPSS.

- **Objetivo**

Si se produce un aumento del momento máximo de fuerza muscular del vasto medial del cuádriceps, cuando se aplica la técnica de punción seca profunda en un punto gatillo miofascial que se encuentra activo.

- **Material y métodos**

— **Puntos gatillo miofasciales:** se definen como una zona hipersensible del músculo que se localiza en una induración o banda tensa del músculo y que duelen a la palpación del nódulo. Los síntomas que se asocian a los puntos gatillo son dolor a la palpación, dolor referido que presenta un patrón característico, disfunciones motoras y problemas autónomos. Hay varios tipos que son: según su localización (central e insercional) y según la clínica (activo, latente y secundario o satélite).

— **Búsqueda:** para la elaboración del proyecto se ha realizado una búsqueda en diferentes bases de datos y en el google académico para conceptos más generales. Las bases de datos que han sido consultadas son: Pubmed y Cochrane, en la primera se han referenciado cuarenta y ocho artículos mientras que en la segunda son cinco artículos, ya que algunos de Cochrane aparecen también en la base de datos de Pubmed. Los libros que se han utilizado para investigar acerca de los puntos gatillo son los Manuales de puntos gatillo escritos por Travell y Simons, de la segunda edición.

— **Sujetos:** los sujetos que participan en este estudio, son calculados mediante un cálculo muestral de medias. El resultado que obtenemos es que para la realización y veracidad de este proyecto tenemos que coger mínimo a una muestra de la población constituido por 118 individuos.

— **Variables:** la variable principal de este estudio es el momento máximo de la fuerza muscular, que se define como una magnitud vectorial de la fuerza que puede generar un músculo en una posición fija de la articulación. Las variables secundarias que se estudian en el proyecto son: edad, sexo, altura, peso, medidas antropométricas, fatiga muscular.

— **Hipótesis:** en las personas en las que nos encontramos activo el punto gatillo miofascial del vasto medial del cuádriceps, aplicando la punción seca profunda, aumenta el momento máximo de fuerza muscular.

— **Fases de desarrollo:** en este proyecto las fases que se suceden son una primera valoración biomecánica con dinamometría, un tratamiento del punto gatillo miofascial activo mediante punción seca profunda, y por último una segunda valoración o valoración post-tratamiento.



— **Valoración isocinética:** consiste en realizar un test de isocinéticos a través del aparato de biomecánica BIODEX 2000, con el fin de obtener el dato del momento máximo de fuerza muscular. El paciente se debe colocar en cada valoración en la misma posición, que es sentado en la silla con la cadera a  $110^\circ$  de flexión y la espalda apoyada sobre el respaldo y se le fija mediante cinchas a nivel pectoral y a nivel pélvico. El eje de rotación de la rodilla ira alineados con el eje del dinamómetro. El test isocinético consiste en realizar quince repeticiones de flexión y extensión de la articulación de la rodilla, a una velocidad de  $120^\circ$ . Antes de realizar el test específico de isocinéticos, se va a proceder a un entrenamiento para que el paciente que va a ser valorado tome contacto con el dinamómetro.

— **Punción seca:** es una técnica invasiva de fisioterapia a la que se ha recurrido para el tratamiento del punto gatillo activo. Consiste en introducir un agente externo (aguja), en el nódulo doloroso que encontramos o palpamos dentro de la banda tensa del músculo. Dentro del tratamiento de punción seca, hay varios tipos, que son la punción seca superficial y la punción seca profunda. La técnica de punción que se utiliza en este trabajo es la punción seca profunda de entrada y salida rápida de Hong. Esta técnica se aplica introduciendo la aguja y sacándola de manera rápida para generar una respuesta de espasmo local, que es el indicativo de que se ha desactivado el punto gatillo miofascial. Tenemos que asegurarnos que cuando se produce esta respuesta, la aguja no se encuentre dentro del nódulo a tratar, es decir que no se halle en el interior de las fibras musculares.

En el vasto medial del cuádriceps encontramos dos puntos gatillo, que son: uno a nivel proximal y otro a nivel distal. Ambos se trataran mediante punción seca profunda con la técnica de Hong.

#### • Resultados

Los resultados obtenidos del estudio de dinamometría de isocinéticos, se van a estudiar con el programa de informática SPSS v.17. Las variables (sexo, edad, peso, altura, medidas antropométricas, fatiga muscular y el momento de fuerza máximo) se van a ordenar en tablas. Con el SPSS se realiza un análisis estadístico en el que se halla la media, la varianza, la desviación típica y el error estándar de todas las variables que aparecen en el proyecto, tanto de la valoración pre-tratamiento como en la de post-tratamiento.

Para comprobar la hipótesis de trabajo, para obtener la significación utilizaremos el test estadístico de la T de student. En Los resultados estadísticos necesarios de obtener son la significación propuesta ( $\alpha$ ) y la significación estadística que hemos obtenido con el test de la T de student ( $p$ ). Por lo tanto, con estos resultados se concluiría que se rechaza la hipótesis nula si  $p < \alpha$ , siendo  $\alpha = 0,05$ .



## Relación de autores y tutores de los trabajos presentados en el “III Máster Universitario en Biomecánica Aplicada a la Valoración del Daño. Técnicas Avanzadas en Fisioterapia”

**D<sup>a</sup>. Sabrina Alavez García**

*Tutor: Néstor Pérez Mallada*

**D<sup>a</sup>. Silvia Bermúdez Niño**

*Tutor: Carlos Martín Saborido*

**D<sup>a</sup>. Carolina Galocha Morgado**

*Tutor: Néstor Pérez Mallada*

**D. Adrián García Catalán**

*Tutora: Adela García González*

**D. Juan Francisco García Vázquez**

*Tutora: Adela García González*

**D<sup>a</sup>. María Garrido Luis**

*Tutora: Adela García González*

**D<sup>a</sup>. Lucía Gómez Hernández**

*Tutora: Adela García González*

**D<sup>a</sup>. María Gómez Menéndez**

*Tutor: Sergio Lerma Lara*

**D<sup>a</sup>. Patricia Jiménez Garrido**

*Tutor: Sergio Lerma Lara*

**D. Heraldo Nascimento Mota**

*Tutor: Ricardo Blanco Méndez*

**D<sup>a</sup>. Lorea Rodríguez Pérez**

*Tutor: Carlos López Moreno*

**D. Eduardo Sánchez Muñoz**

*Tutor: Néstor Pérez Mallada*



Práctica de dinamometría con alumnos del Máster que se realizan en la UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA EN BIOMECÁNICA Y FISIOTERAPIA. Universidad Pontificia Comillas.

[www.upcomillas.es/unidadbiomecnica](http://www.upcomillas.es/unidadbiomecnica)



Sesión de trabajo con alumnos, para la valoración de las variables de biomecánica de los trabajos de investigación. UNIDAD DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA EN BIOMECÁNICA Y FISIOTERAPIA. Universidad Pontificia Comillas.

[www.upcomillas.es/unidadbiomecnica](http://www.upcomillas.es/unidadbiomecnica)



**ORDEN HOSPITALARIA DE SAN JUAN DE DIOS**  
**Escuela de Enfermería y Fisioterapia**



Avda. San Juan de Dios, 1 - 28350 Ciempozuelos (Madrid)  
Teléfono: 91 893 37 69 · Fax: 91 893 02 75  
sjuandedios@euef.upcomillas.es  
www.upcomillas.es/euef

Entidades colaboradoras



**PRIM** Fisioterapia y Rehabilitación



SonoSite



INSTITUTO DE  
BIOMECÁNICA  
DE VALENCIA



Centros de prácticas clínicas



**Clínica Nova CenSalud**

NovaCenSalud Madrid

