



**Grado en Fisioterapia**

**Trabajo Fin de Grado**

**Título:**

***Influencia de la terapia por ondas de choque extracorporales (ESWT) en el tratamiento de Osgood Schlatter en niños deportistas***

Alumno: Miguel Otero Sevilla

Tutor: Carlos López Moreno

## **Agradecimientos:**

En primer lugar, quería agradecerle, no solo este proyecto, sino gran parte de la carrera y mi vida en general, a Laura, porque sin ella probablemente no estaría donde estoy ahora mismo, no hubiese llegado nunca tan lejos. Gracias por todos los ánimos y fuerzas que me has ido dando a lo largo de todo este tiempo juntos.

En segundo lugar, a mi familia, ya que han sido ellos quienes me han visto crecer y caer, me han apoyado siempre, tanto en los buenos como en los malos momentos y han conseguido sacar el máximo de mí.

Gracias a mis amigos, porque han estado más de cuatro años a mi lado animándome, confiando plenamente en que conseguiría llegar hasta aquí, por todos ellos y los que se fueron, de verdad, muchísimas gracias.

Gracias también a mi tutor de TFG, Carlos. Gracias por toda la ayuda que me has aportado durante este último año, gracias por todos los consejos y explicaciones que me has ido dando a lo largo de estos últimos siete meses.

Y, por último, gracias abuelo, porque no hay día que no te recuerde, porque no hay día en el que no haya deseado desde que comencé la carrera, que me vieses graduarme, pero sé que estés donde estés, siempre estarás orgulloso de mí.

## Índice

Glosario de abreviaturas.....	7
Resumen.....	8
Abstract:.....	9
Antecedentes y estado actual del tema.....	10
Evaluación de la evidencia.....	29
Objetivos del estudio.....	32
Hipótesis.....	33
Metodología.....	34
Diseño.....	34
Sujetos de estudio.....	35
Variables.....	37
Hipótesis operativa.....	39
Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis.....	40
Limitaciones del estudio.....	41
Equipo investigador.....	42
Plan de trabajo.....	43
Diseño de la intervención.....	43
Etapas de desarrollo.....	46
Distribución de tareas de todo el equipo investigador.....	47
Lugar de realización del proyecto.....	48
Referencias.....	49
Anexo I.....	52
Anexo II.....	60
Anexo III.....	62

## Glosario de abreviaturas

Abreviatura	Equivalencia
ESWT	Extracorporeal shock wave therapy
CEIC	Comités Éticos e investigación clínica
AMM	Asociación Médica Mundial

## **Resumen**

### **Antecedentes:**

La enfermedad de Osgood Schlatter se puede definir como un fuerte dolor en la zona de la tuberosidad anterior de la rodilla debido a microtraumatismos por tracciones repetidas en la porción distal del tendón rotuliano y tensiones repetidas sobre el cuádriceps produciendo una avulsión crónica en la inserción del tendón rotuliano. Esta patología afecta en gran medida a niños y adolescentes deportistas con edades comprendidas entre los 8 y 15 años.

La terapia con Ondas de choque combinada con el tratamiento convencional de fisioterapia en esta patología se considera un complemento muy útil debido a sus efectos tanto biológicos como fisiológicos.

### **Objetivo:**

El objetivo principal de este estudio será determinar la influencia de incluir ESWT en el tratamiento fisioterapéutico de Osgood Schlatter en niños deportistas.

### **Metodología:**

Se ha llevado a cabo un estudio de tipo analítico, experimental, prospectivo con un simple ciego, donde la muestra está compuesta por niños deportistas con edades comprendidas entre 7 y 14 años, federados en los deportes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol en la Comunidad de Madrid, con la enfermedad de Osgood Schlatter.

La muestra se dividirá en dos grupos, uno experimental donde se aplicará el tratamiento de fisioterapia más terapia por ondas de choque y el grupo control al que se le aplicará el tratamiento de fisioterapia y terapia por ondas de choque de manera simulada.

### **Palabras clave:**

Osgood Schlatter, fisioterapia, ESWT.

## **Abstract:**

### **Background:**

Osgood Schlatter disease can be defined as severe pain in the area of the anterior tuberosity of the knee due to microtraumas due to repeated tractions in the distal portion of the patellar tendon and repeated tensions on the quadriceps producing a chronic avulsion in the patellar tendon insertion.

Shock Wave therapy combined with conventional physiotherapy treatment in this pathology is considered a very useful complement due to its biological and physiological effects.

### **Objective:**

The main objective of this study will be to determine the influence of including ESWT in the physiotherapeutic treatment of Osgood Schlatter in sports children.

### **Methodology:**

An analytical, experimental, prospective study with a single blind has been carried out, where the sample is composed of children athletes aged between 7 and 14 years, federated in the sports of football, basketball, handball and volleyball in the Community of Madrid, with the Osgood Schlatter disease.

The sample will be divided into two groups, one experimental where the physiotherapy treatment plus shock wave therapy will be applied and the control group to which the physiotherapy and shock wave therapy treatment will be applied in a simulated manner.

### **Keywords:**

Osgood Schlatter, physical therapy, ESWT.

## Antecedentes y estado actual del tema

### Introducción:

La enfermedad de Osgood Schlatter se define como un fuerte dolor en la zona de la tuberosidad anterior de la tibia, lo cual hace que sea una osteocondrosis no articular. Esta lesión o enfermedad, es una de las causas más frecuentes de dolor en las rodillas que afecta en gran medida a deportistas adolescentes en el periodo de crecimiento y es producida principalmente por microtraumatismos debido a tracciones repetidas en la porción distal del tendón rotuliano, sobre la tuberosidad anterior de la tibia (1) y por tensiones repetidas sobre el cuádriceps causando una avulsión crónica en la inserción del tendón rotuliano (2) aunque la madurez ósea cobra un papel importante en esta patología (3) . Estas tensiones del cuádriceps se transfieren a la zona más débil de la apófisis cartilaginosa de la tuberosidad anterior de la tibia (4) . En muy pocas ocasiones el traumatismo puede provocar una fractura por avulsión completa, suele ser por una avulsión parcial situada en el cartílago anterior de los centros de osificación (4) (5) . Las apófisis son centros de osificación situados en la unión de hueso y músculo, por lo cual los adolescentes al recibir microtraumatismos sobre la zona de crecimiento darán lugar a esta enfermedad(6).

Esta patología es de carácter autolimitado en el 90% de los casos, aunque también presenta recaídas llegando a tardar meses o incluso años en desaparecer (2) . Cursa con impotencia funcional al realizar la flexión de rodilla, pérdida de fuerza, tumefacción sobre la porción distal del tendón rotuliano(5) y también, aunque no en todos los casos, crepitaciones al movilizar la rótula. Estos síntomas se intensifican con la actividad física por lo que el dolor que produce esta patología reduce e incluso elimina por completo la actividad física en los adolescentes (3) (4) (6) (7) .

Gran parte de los autores que han investigado sobre esta enfermedad afirman que el 20-30% de los pacientes que padecen dicha lesión, es de manera bilateral, actualmente se sigue sin saber el por qué, pero se especula que puede ser por el uso excesivo del tendón rotuliano en ambas rodillas. Esta patología es un proceso benigno que cursa con una irritación del tendón cuadriceps, sobre la tuberosidad anterior de la tibia, lo que desencadena una zona inflamada y dolorosa a la palpación (2) (6) . La maduración de la tuberosidad tibial está relacionada con la aparición de Osgood Schlatter (8) .

Osgood Schlatter ocurre durante la fase apofisaria en la maduración de la tuberosidad anterior de la tibia. Durante este estadio madurativo, las fibras cartilaginosas de la porción proximal de la tuberosidad se desplazan para reemplazar las fibras cartilaginosas de la porción media. Esto produce que la tuberosidad no sea capaz de soportar la fuerza ejercitada por el cuádriceps dando lugar a las micro-avulsiones con osificación secundaria. Estos fragmentos óseos se adhieren de manera secundaria sobre la tuberosidad tibial, la cual queda aumentada(9) .

### **Diagnóstico:**

El dolor a nivel mecánico es uno de los principales signos de lesión por el uso excesivo de un miembro, en este caso, la rodilla. Las lesiones pueden dividirse en cuatro estadios (2) (9) :

- 1) Estadio 1: el dolor se produce tras realizar actividad física y desaparece en menos de 24 horas.
- 2) Estadio 2: el dolor se produce en el momento de realizar la actividad física, pero puede continuar con la actividad y desaparece en 24 horas.
- 3) Estadio 3: el dolor se produce en el momento de la actividad física y el sujeto tiene la necesidad de disminuir o abandonar la actividad física.
- 4) Estadio 4: El dolor se produce en absolutamente todas las actividades físicas, incluso en movimientos básicos de la vida diaria.

La prevalencia de Osgood Schlatter es aproximadamente en el 10% de los adolescentes. Es necesario conocer el motivo que ha producido esta lesión, fatiga, rendimiento deportivo, intensidad, tipo de deporte, etc. Para realizar un buen diagnóstico hay que tener datos tales como la historia de deportiva del paciente, peso, edad, estatura, tipo de deporte, frecuencia, intensidad y duración del entrenamiento, modificaciones que han trascendido en los entrenamientos pasados y que han podido dar pie a dicha lesión, cambios fisiológicos en el paciente, tratamiento previo a la lesión con el cuerpo médico, readaptador o fisioterapeuta, etc. (3) (6) (9).

El diagnóstico suele ser puramente clínico, aunque en algunas ocasiones suele recurrirse a pruebas de imagen como pueden ser las radiografías para observar la posible avulsión del tendón rotuliano, en el caso de que existiese fragmentación sobre la apófisis de la tibia, los síntomas serían crónicos. El inicio de la lesión es gradual, con dolor leve e intermitente, aunque en fases agudas, el dolor puede volverse severo y continuo, produciendo cojera (2) (10). El dolor en esta patología se ve agravado en todo deporte que implique saltar (baloncesto o balonmano), ponerse de cuclillas, arrodillarse, en la extensión de rodilla produce rigidez en cuádriceps e isquiotibiales (en deportes como el fútbol u artes marciales) y es aliviado en periodos de descanso (2) (6) (5) . En algunas ocasiones se asocia con el síndrome de Sinding Larsen Johansson que se describe como una apofisitis de la rótula y entesitis del cuádriceps (11) .

Su pronóstico es positivo siempre y cuando se diagnostique y trate a tiempo, esto conlleva un análisis de la rodilla y así prevenir una serie de consecuencias a largo plazo y por ende permitir que el sujeto siga con su actividad deportiva (6) . Los síntomas tardan en desaparecer 2 años(10). Esta lesión no tiene por qué estar vinculada necesariamente al deporte, sino al crecimiento y desarrollo prematuro del adolescente (6), además de contracciones repetidas del cuádriceps y falta de estiramiento de la musculatura del miembro inferior (11). En una etapa avanzada, el mecanismo y cuadro clínico que presenta esta enfermedad es muy parecida a otras fracturas por fatiga (11).

Para los deportistas que padezcan de esta lesión, es conveniente que moderen el grado de frecuencia, duración e intensidad de los entrenamientos durante el tiempo que sea necesario para que el adolescente pueda tolerar el dolor. Tras conseguir tolerar el dolor, los entrenamientos volverán a aumentar progresivamente (6)

En cuanto al diagnóstico de imagen, la ecografía es la primera prueba que se realiza debido a su bajo coste, rapidez en ver los resultados y método preciso de la maduración ósea ya que a través de ella se pueden observar los cambios morfológicos de tejido blando que rodea la tuberosidad tibial y el hueso, incluso una exploración con efecto Doppler puede detectar el aumento del flujo sanguíneo. También se puede realizar mediante Rayos-X, tomografía computarizada y resonancia magnética, aunque hay publicaciones que describen el uso de la resonancia magnética como innecesario. La radiografía puede ayudarnos a excluir lesiones o enfermedades como fractura por avulsión del tendón rotuliano, tumor e incluso osteocondrosis disecante. El problema que presenta esta enfermedad es que la fractura puede que no aparezca en las radiografías hasta pasadas las 4-6 semanas.

Dos autores, Woolfrey y Chandler detallaron tres estadios de radiología en esta lesión (2) (6) (9) (11):

- 1) Estadio I: La tuberosidad anterior de la tibia está anterior y es muy prominente e irregular.
- 2) Estadio II: La tuberosidad anterior de la tibia está anterior, prominente e irregular con un pequeño fragmento óseo.
- 3) Estadio III: Existe una partícula ósea libre a nivel anterosuperior, pero la tuberosidad anterior de la tibia se encuentra normal.

La tuberosidad tibial, aparece en pruebas de imagen entre los 9 y 11 años. La madurez ósea podría ser una pista fundamental para el diagnóstico precoz. Hay cuatro estadios en el crecimiento del adolescente (3) (8) (9):

- 1) De 0 a 11 años: estadio cartilaginoso. Esta etapa se caracteriza por una gran cantidad de cartílago apofisario sin un centro de osificación secundario.
- 2) De 11 a 14 años: estadio apofisario. En esta etapa se produce la unión del tendón rotuliano al cartílago apofisario, aunque se observan centros de osificación secundarios en la apófisis.
- 3) De 14 a 18: estadio epifisario. La característica de esta etapa es la unión del tendón rotuliano a la superficie del hueso y una capa fina de cartílago insercional.
- 4) + 18 años: estadio óseo. Esta etapa se caracteriza por la unión del tendón rotuliano al tubérculo y ausencia de cartílago apofisario.

En esta lesión es necesaria la educación tanto para el deportista y familiares como para el personal sanitario, ya que muchas veces hacen uso de medidas ortopédicas para el tratamiento de esta enfermedad cuando estas medidas en gran parte de los casos son innecesarias (10).

En un estudio realizado en el año 2016 se utilizó la resonancia magnética para analizar los cambios fisiológicos en huesos y tejidos blandos afectados por esta enfermedad, comparando los resultados en 30 pacientes jóvenes con Osgood Schlatter y 30 pacientes jóvenes sin Osgood Schlatter. Los resultados finales establecieron que la posición de la rótula no se modificó en ninguno de los dos grupos, la inserción, longitud y grosor del tendón rotuliano es más proximal y amplia en pacientes con esta patología (7) .

## **Factores de riesgo:**

Dependiendo del estado de la lesión que padezca el paciente, puede disminuir o suspenderse la actividad deportiva del adolescente y someterse a un proceso de fisioterapia y rehabilitación funcional (6). Al inicio de la lesión, el dolor se produce al realizar una extensión de rodilla, en un estado más agudo, el dolor es el mismo que en el inicial, añadiendo fuertes dolores al realizar la flexión de rodilla, sobre todo en los últimos grados. El dolor más intenso se produce al realizar saltos, arrodillarse, golpear o al realizar una sentadilla profunda (6) . Debido a estos fuertes dolores, el cuádriceps es un músculo que se ve muy afectado, produciendo una hipotonía e hipertrofia no solo de este músculo sino también en los músculos de la cadera (6). La pierna más afectada suele ser la izquierda, esto puede deberse a que es la pierna de empuje. El problema de esta lesión es que, aun existiendo muchos casos, hay muy poca información sobre este tipo de patologías, tratamiento, complicaciones y tratamiento (12) .

Osgood Schlatter puede ser un factor predisponente en las fracturas de avulsión tibial ya que el 23% de los pacientes que cursan con esta fractura, están asociados a Osgood Schlatter(12) . Debido a la inactividad deportiva durante semanas, los pacientes que padecen esta lesión presentan atrofia e hipomovilidad en la articulación (2) .

En un estudio, tras un año desde el inicio de la lesión, se examinan a 10 pacientes con la patología de Osgood Schlatter y 60 pacientes sin dicha lesión, donde se observó que el grupo de sujetos que padecía esta patología poseían una diferencia significativa en cuanto al peso corporal, rigidez muscular en el cuádriceps e isquiotibiales, pérdida de fuerza en la extensión de rodilla e impotencia funcional en la flexión de rodilla(13) . A largo plazo los resultados suelen ser positivos, aunque existen complicaciones como pueden ser pseudoartrosis, genu recurvatum o rótula alta lo cual puede llegar a producir una osteoartritis prematura(14) .

En un estudio realizado en 2008, fueron analizados 120 sujetos de 14 años divididos en dos grupos; en el primero, 60 pacientes que realizaban deportes como el fútbol o baloncesto, al menos 6 veces a la semana (5 entrenamientos y un partido) con una duración de hora y media por entrenamiento. El otro grupo estaba formado 60 sujetos que realizaban fútbol o baloncesto, pero a una menor intensidad y pacientes que no realizaban deporte. Con ello se quería comprobar la incidencia de Osgood Schlatter en pacientes que realizaban actividad física con la intensidad. Con este estudio se pretendía analizar a qué población afectaba más la enfermedad y el grado de dolor o molestia que tenían los pacientes dependiendo de la intensidad de los entrenamientos o por el contrario no realizaban deporte.

El resultado final fue que, en el primer grupo, diagnosticaron a 31 pacientes (52%) con Osgood Schlatter, de los cuales 13 estaban en grado I, 11 en grado II y 7 en grado III. Por el contrario, en el otro grupo, 20 niños (33%), de los cuales 12 padecían un grado I, 5 un grado II y 3 un grado III (6) .

En un estudio realizado en 2017, se observaron a 96 jugadores de fútbol entre los 11 y los 13 años para relacionar la maduración de la tuberosidad tibial con Osgood Schlatter. El grado de maduración de la tuberosidad tibial se distribuyó en cuatro grupos; grado I, estadio cartilaginoso, grado II estadio apofisario, (estos dos primeros grados se les considera un estadio inmaduro) grado III, estadio epifisario y, por último, grado IV estadio óseo (estos dos últimos son considerados un estadio maduro). El resultado final fue que 27 de los jugadores estaban en un estadio inmaduro, mientras que 69 jugadores estaban en un estadio maduro; como conclusión del estudio, el grupo de deportistas perteneciente al estadio inmaduro tienen un mayor riesgo de padecer la enfermedad de Osgood Schlatter (8) .

### **Población:**

Las fracturas en los tubérculos tibiales son muy poco comunes en adolescentes, llegando a incidir en menos de 1% de la población. El incremento en el número de casos de esta lesión en estas décadas ha sido el aumento de la actividad física en los adolescentes (12) . Esta lesión tiene una mayor incidencia en niños deportistas y adolescentes ya que afecta a un 21% de esta población frente un 4,1% de los adolescentes que no practican deporte, esto es debido a un crecimiento temprano y un aumento de la actividad física en el periodo de la adolescencia, en niñas de 8 a 14 años y niños de 10 a 15 años, durante el estadio apofisario (2) (9) (10) (15) afectando en mayor porcentaje a los varones 11,4% de la población, frente un 8,3% de las mujeres, llegando a producirse esta lesión bilateralmente en un 20-30% de los casos(5).

Un estudio que se realizó en el 2016 comenta la incidencia de fracturas en el tubérculo tibial en 325 pacientes con edades entre los 13 y 16 años, los cuales tuvieron un seguimiento exhaustivo durante 34 meses. El 97% de los casos (315) eran de sexo masculino, siendo la rodilla izquierda la más afectada (59%) siendo el baloncesto el deporte más frecuente en esta lesión con el 42% de los casos, mientras que en el 23% de los pacientes padecían de Osgood Schlatter (12).

En un estudio realizado en 2017 se quiso investigar el proceso de maduración ósea de la tuberosidad tibial y la incidencia que suponía dependiendo del sexo y la edad a través de ecógrafos. El estudio se realizó con 731 jugadores de baloncesto japoneses (350 hombres y 381 mujeres) con edades comprendidas entre los 6 y 14 años. Los resultados finales mostraron que los centros de osificación de la tuberosidad de la tibia son más temprano en el sexo femenino, por lo que esta patología ocurrirá antes en mujeres (8-14 años) que en hombres (10-15 años) aunque solamente el 6,8 de la población escogida para este estudio fueron diagnosticados con Osgood Schlatter, incidiendo en pequeña proporción más en hombres que en mujeres ya que el riesgo de padecer esta enfermedad aumenta según la edad en hombres pero no en mujeres (3) .

### **Tratamiento**

Su tratamiento se basa según la gravedad de dicha lesión; el más habitual es conservador en la mayoría de los pacientes, es recomendable la suspensión temporal de la actividad física (3) (4) (9) e inmovilización entre 5 y 6 semanas (9), acompañado de AINES (2) (3) (4) (5) (10) (11), estiramientos (4), relajación post-isométrica, mecanismos ortopédicos que proporcionen amortiguación en la pisada, reajustar el calzado si no es óptimo, vendaje sobre la zona, fortalecimiento y frío local sobre la zona de dolor (3) (4) (10). También es muy recomendable hacer uso de magnetoterapia y laser para su tratamiento. La inmovilización mediante escayola puede llegar a ser útil en algunos casos para reducir el dolor durante la extensión de rodilla, aunque no es lo más utilizado (9). El objetivo principal de este tratamiento es reducir el estrés producido sobre la tuberosidad anterior de la tibia y la tensión del cuádriceps (5). En general el tratamiento conservador suele ser un éxito a corto plazo, aunque hay estudios que datan que en el 50% de los casos, los síntomas no remiten hasta los dos años e incluso en algunos casos, queda un dolor residual que le acompaña en la vida adulta (11) .

La recuperación a nivel estructural y funcional es muy poco conocida. Tras el tratamiento pueden existir unos trastornos que pueden desencadenar en una adolescencia tardía y adultez(10) .

En un estudio realizado entre los años 1993 y 1999 se observó que esta lesión era la 7<sup>o</sup> causa más frecuente de lesión en los adolescentes que cursaban en los equipos de universidad, en la actualidad, el riesgo a padecerla ha incrementado (2). Se decidió estudiar el tratamiento conservador a todos los pacientes con Osgood Schlatter de una clínica especializada en lesiones deportivas entre los años 2002 y 2003. A todos los pacientes se les aplicó el mismo tratamiento, 20 minutos de hielo, corrientes interferenciales, laser y AINES. Todos los pacientes acudieron a 5 sesiones a la semana y se dividió dicho tratamiento en cuatro fases, dependiendo de la intensidad del dolor que refería el paciente en una escala EVA. En el tratamiento de la primera fase se aplicó hielo, c. interferenciales de baja frecuencia y laser. En la segunda fase mismo tratamiento que el primero y en el momento en el que el dolor fuese reducido a la mitad ejercicios de flexión y extensión de rodilla y estiramientos de la cadena posterior. En la tercera fase se establece entre los valores 3-4 de la escala EVA, en esta fase se añadirá 1 kg para realizar ejercicios de fortalecimiento. La última fase, entre los valores 2-3, mismos ejercicios de la fase 3 añadiendo 1 kg más y bicicleta estática sin resistencia. El resultado final de tratamiento conservador fue muy favorable, ya que se eliminó por completo la sintomatología (2) .

En un estudio realizado en 2013 se analizaron a 18 sujetos entre los 13 y 16 años que habían sido diagnosticados con Osgood Schlatter. Recibieron un tratamiento de fisioterapia y tras dos años no tuvieron síntomas de la enfermedad. Este grupo se comparó con un grupo de 14 sujetos, completamente sanos y se observaron los cambios producidos en el tendón rotuliano en cuanto a su grosor y longitud mediante un ecógrafo al realizar unas pruebas físicas, que consistían en realizar un salto vertical, lateral y pruebas de resistencia, fuerza y coordinación. Los resultados obtenidos fueron que el tendón rotuliano apenas había sufrido modificaciones en ningún grupo, el único cambio se produjo en que la resistencia y fuerza era mayor en el grupo sano que en el grupo que padeció dos años atrás Osgood Schlatter (8) .

Se realizó un estudio a 36 adolescentes, jugadores de fútbol, de 9 a 11 años con la enfermedad de Osgood Schlatter reveló que, en el momento de realizar un tiro, el centro de gravedad era más posterior que en niños sin dicha enfermedad. Se dividieron en dos grupos, uno de ellos iba a tener una cinta preventiva en la rodilla la cual obligaba a realizar un descenso de la rótula en el momento de realizar el disparo. El resultado final fue que el centro de gravedad del grupo que poseía la cinta preventiva era más anterior que el grupo que no la tenía, asimilándose al centro de gravedad de adolescentes que no padecían dicha enfermedad (17) .

El tratamiento quirúrgico es muy raro, la mayoría de los médicos y pacientes prefieren evitarla, solo si el tratamiento conservador falla debido a la persistencia de los síntomas (10) (11), podría elegirse esa opción acompañada de AINES e infiltraciones de cortisona, con sus respectivos efectos secundarios (2) (16). Se han reportado casos donde los síntomas persisten tras la intervención quirúrgica. Esto se puede deber a la falta de investigación sobre la fisiopatología y progreso clínico de la enfermedad (7) (10) (11). Una de las cirugías trata de fijar la fractura. Esta cirugía suele tener un alto índice de éxito, el dolor suele desaparecer, pudiendo volver el sujeto a la actividad física donde las complicaciones o una nueva cirugía de la lesión suelen ser raras(11) . El problema que tienen las intervenciones invasivas en este tipo de lesión es que hay un riesgo iatrogénico durante la intervención y complicaciones en el tejido cicatrizal, retrasando la vuelta al entrenamiento deportivo. La extirpación del osículo o plastia sobre el tubérculo anterior de la tibia son otras opciones. La artroscopia es un método menos invasivo que otro tipo de cirugías en esta patología, el problema es que hay pocos estudios respecto esta cirugía en Osgood Schlatter (4) .

Entre los años 2008 y 2014 se realizó una artroscopia a 11 pacientes, con edades entre 19 y 23 años, deportistas profesionales, 10 varones y una mujer, con Osgood Schlatter ya que el tratamiento conservador, modificando la intensidad del entrenamiento, toma de AINES y fisioterapia, no fue eficaz de reducir la sintomatología de estos pacientes durante la adolescencia, debido a que seguían teniendo fuertes dolores sobre el tubérculo anterior de la tibia y porción media del tendón rotuliano, disminuyendo de esta manera el rendimiento deportivo. Tras la intervención, se permitieron ejercicios de fortalecimiento levantando peso con la pierna en extensión la primera semana y tras 5-9 semanas los sujetos pudieron volver al entrenamiento deportivo sin ningún tipo de sintomatología(4) .

## Tratamiento convencional y ESWT

En determinadas ocasiones, cuando el tratamiento de fisioterapia no es efectivo debido a la persistencia de la sintomatología, terminando de esta manera en cirugía, sin que los resultados sean 100% satisfactorios (2) (10) (11) (16), se plantea la necesidad de buscar un tratamiento conservador el cual llegue a ser más efectivo. Las ondas de choque pueden ser una herramienta muy útil.

Las ESWT son ondas mecánicas oscilantes que pueden viajar a través de cualquier cuerpo, ya sea sólido, líquido o gas (18). Estas ondas son impulsos acústicos caracterizados por tener energía y presión positiva muy elevada (19) (20) (21) (22) (23) (25). Las ondas de choque crean un fenómeno de mecano transducción ya que funcionan a través de un fenómeno acústico (25). Pueden transmitir energía desde el lugar donde se aplica la onda de choque hasta zonas periféricas (20). La aplicación de las ondas de choque en los trastornos musculoesqueléticos se realiza desde hace 15 años, con un éxito entre el 65-91% en patologías como tendinitis calcificante de hombro, epicondilitis o fascitis plantar y se ha extendido hasta afecciones como la necrosis avascular de la cabeza femoral o tendinitis rotuliana. Apenas existen complicaciones en su tratamiento y sin la necesidad de intervención quirúrgica (21) (25) (26). Tienen cierta relación con el ultrasonido, pero su principal diferencia es que las ondas de choque amplitudes de presión mucho más grandes (20) además la onda de choque es bifásica (21) . Alcanza una presión máxima de 100 MPa en 10 ns, seguido de una disminución de tensión hasta de 10 MPa (21)(25), una duración de la onda alrededor de 10 $\mu$ s (18) (21)(25) y un espectro de frecuencia entre los 16 y 20 MHz (21) (25). Pueden modificar sus propiedades físicas, a través de la atenuación e inclinación cuando se traslada de un medio y mediante la reflexión y refracción cuando se desplaza a otro medio (21).

Las ESWT tienen una fase positiva y una fase negativa las cuales tienen un efecto sobre las interfaces de los tejidos. En la fase positiva las ESWT de presión alta golpean una interfaz provocando reflejos, o en su defecto, absorberse progresivamente la onda. En la fase negativa, o también llamada fase de tensión, forma cavidades en las interfaces del tejido, en estas concavidades se crean unas burbujas de aire, produciendo una presión negativa, que posteriormente implosionarán a velocidades muy altas, originando una segunda oleada de ondas de choque (18) (25). Las ondas de choque tienen dos efectos; en el primario se generan fuerzas directas mecánicas (físicas) dando lugar a un pulso de energía beneficioso concentrado en la zona donde se realiza el tratamiento; en el secundario se generan fuerzas mecánicas indirectas (biológicos) por cavitación que pueden dar lugar a un efecto negativo o daño en los tejidos (21) (25). Aproximadamente en el 70% de los casos, el uso de ESWT es muy efectiva para la reducción de dolor a largo plazo (24)

Hay dos tipos de ondas de choque (18) (19) (26).

- 1) Onda de choque focal (FSWT): esta onda de choque genera un campo de presión convergente de la zona que ha sido seleccionada de los tejidos dando lugar a una presión máxima (18). Tiene una propagación focalizada o lineal, más profundidad y retardo para la consolidación. Genera una alta presión y es de corta duración (19). Existen tres modos de originar estas ondas de choque; Electrohidráulico (EH), Electromagnético (EM) y piezoeléctrico (PE) (20) (21) (25), estos tres modos tienen en común que se originan a través del agua ya que la impedancia del agua y del tejido es parecido, transfiriéndose mejor las ondas a través del cuerpo (20). Todos implican la conversión de energía eléctrica a energía mecánica (21). La diferencia entre EH, EM y PE es el momento en el que se forma la onda de choque, las EH producen la onda de choque en el origen al instante, mientras que las EM y PE las producen en un pequeño espacio de tiempo más tarde (18). Los generadores de ondas de choque EM y EH convierten la onda acústica en ondas planas (25). Las ondas de choque piezoeléctricas tienen un área de enfoque más pequeña mientras que en las electrohidráulicas es mayor, por lo cual, la dosis que se le aplicará al tratamiento dependerá del dispositivo (20). Los resultados con el uso de FSWT, pasados 24 meses, pueden compararse al quirúrgico y mejores que el tratamiento conservador como fisioterapia, AINES o disminución de la actividad deportiva, produciendo una mejora de los resultados disminuyendo el dolor (23) (24). También, aunque haya poca evidencia de ello, el uso de FSWT se puede comparar con las inyecciones de PRP, estiramiento y fortalecimiento a corto plazo (23).

- 2) Ondas de choque radiales (RSWT): esta onda es de presión (19) genera un campo de presión divergente, produciendo una presión máxima en la fuente y no en el parámetro seleccionado del cuerpo (18). Genera ondas de menor presión, mayor duración y más rápida (19) (20). Este tipo de ondas se produce mediante la aceleración de un proyectil, usando aire comprimido. El proyectil golpea sobre el aplicador y este genera una onda de presión. Las RSWT no se generan en el agua (18). Esta onda de presión es muy eficaz para encontrar puntos gatillo activos ya que por la zona por donde pasa el distanciador, va a producir dolor. Este distanciador se pondrá a menos distancia si quiero profundizar más, esto sirve tanto en FSWT y RSWT (19). Para diferenciar los dos tipos de ondas, la expresión de “terapia de activación de ondas extracorpóreas” (EPAT) se usa para este tipo de onda, aunque también se les aplica la expresión a las ondas de choque focales y no focales, debido a que todas las ondas acústicas tienen una señal como impulso (20). Los tratamientos para tendinopatías insercionales son más fáciles y menos costosos que los focales (26).

En cuanto a los efectos biológicos, hay diferentes teorías que hablan sobre los efectos que producen. La primera, habla sobre que las ESWT pueden producir alivio del dolor debido a la analgesia por sobreestimulación de las fibras nerviosas, bloqueando el estímulo doloroso (18) (19) (25) (26). Otro mecanismo a través del cual las ondas de choque producen analgesia es debido a la degeneración de fibras nerviosas que se originan en pequeñas neuronas inmunorreactivas y así activas el factor ATF3; también produce una reducción de dolor actuando sobre los puntos gatillos (25) y, por último, las ESWT producen un efecto antiinflamatorio (19) (25). La segunda teoría dice que las ESWT produce la regeneración tisular (25) ya que provoca un aumento de la regeneración de colágeno, aumento del aporte sanguíneo por estimulación de la neovascularización en la zona de unión de hueso-tendón, un incremento de la regeneración tisular en la cicatrización e isquemia (18) (19) y proliferación de fibroblastos y osteoblastos (19), por lo que las ondas de choque pueden implicar la liberación temprana de factores de crecimiento, los cuales tienen relación con la angiogénesis, a la vez induce la neovascularización mejorando la distribución de sangre hueso-tendón (21). Otra teoría habla sobre la destrucción de las calcificaciones en los tendones(18) y la influencia de los factores de crecimiento angiogénicos (19). Las ESWT producen un alivio en patologías de tendinopatía insercional debido a la inducción de la neovascularización y a la mejora de la distribución de sangre en el tejido iniciando de esta manera, un proceso de regeneración de los tejidos inflamados (21).

Los efectos clínicos son menos claros que los efectos biológicos, gran parte de los estudios recogen la eficacia de las ESWT en cuanto a los efectos biológicos mencionados anteriormente, en cuanto a los efectos clínicos, gran parte de los autores ven eficaz realizarlo sobre una tendinopatía del rotuliano. Las ESWT puede que no sean efectivas en ciertas etapas de la tendinopatía y sí en otras, estas, son más apropiada y efectivas en una etapa que se encuentre un deterioro o degeneración del tendón cuando el tratamiento conservador no ha sido eficaz. Otra razón es seleccionar el generador (EH, EM y PE), la profundidad focal, número e intensidad de impulsos, que de una manera u otra pueden variar la efectividad (18).

Hay evidencia científica en el uso de las ondas de choque como una terapia útil en el tratamiento de entesopatías, con y sin calcificación, tendinopatías pseudoartrosis y síndrome del dolor miofascial. Con este tratamiento se abre una ventana para evitar la intervención quirúrgica con sus respectivos riesgos (19) (22) (26). Hay una gran evidencia en que el ejercicio en excéntrico con ondas de choque da buenos resultados en tendinopatías del tendón rotuliano, dando muy buenos resultados en más del 76% de los pacientes. El ultrasonido pulsátil a baja intensidad, terapia manual, entrenamientos de resistencia leve e infiltraciones, parecen otras formas de tratamiento ante esta patología. (26).

Los efectos fisiológicos de las ondas de choque son los siguientes (19) (21) (26):

- 1) Incremento de la permeabilidad de las células. Las ondas de choque tienen un efecto analgésico debido a que inhiben la liberación de endorfinas, produciendo cambios en la permeabilidad de la membrana de las células.
- 2) Aumento de la circulación tanto sanguínea como linfática, eliminando sustancias algógenas.
- 3) Producción de la sustancia P.
- 4) Reducción del dolor debido a la disminución de las fibras nerviosas no mielinizadas.
- 5) Libera el óxido nítrico, produciendo de esta manera vasodilatación, incremento del metabolismo y angiogénesis y efecto antiinflamatorio.
- 6) Antibacteriano, ya que aumenta la vasodilatación.
- 7) Genera hormonas de crecimiento.
- 8) Incremento de células madre.

### Indicaciones de ESWT en rodilla: (20)

- Lesiones intraarticulares de rodilla.
- Condropatías.
- Síndrome de dolor patelofemoral.
- Inestabilidad rotuliana.
- Enfermedad de Osgood Schlatter.
- Enfermedad de Sinding-Larshen-Johannson.
- Bursitis infrapatelar.

### Tratamiento y parámetros en el vértice inferior de la rótula con FSWT y RSWT: (20)

- Paciente en decúbito supino, descender la rótula y sujetar con una correa.
- Sin anestesia local.
- Aumento de la dosis al pasar por la base y ápex de la rótula e inserción del tendón rotuliano.

### ***Ondas de choque focales***

<i>Nivel de energía</i>	0,15-0,3 mj/mm <sup>2</sup>
<i>Frecuencia</i>	3 Hz localización 4-6 Hz terapia
<i>Pulsos</i>	1800-2000
<i>Intervalos</i>	10-14 días
<i>Número de sesiones</i>	3-5
<i>“Punto muerto”</i>	II

**Tabla 1. Parámetros de ondas de choque focales (20)**

## **Ondas de choque radiales**

<i>Nivel de energía</i>	1,8-2,2 bar
<i>Frecuencia</i>	15-21 Hz
	<i>localización</i>
	10-12 Hz terapia
<i>Pulsos</i>	1500-2000
<i>Intervalos</i>	10-14 días
<i>Número de sesiones</i>	3-5
<i>Aplicador</i>	//

**Tabla 2. Parámetros de ondas de choque radiales (20)**

Un paciente de 12 años, jugador de hockey, fue diagnosticado con la enfermedad de Osgood Schlatter en una fase muy avanzada, impidiéndole la flexión de las rodillas, tumefacción y fuertes dolores a la palpación. Se aconsejó al jugador descanso deportivo y comenzó a recibir tratamiento de ondas de choque sobre la tuberosidad anterior de la tibia y cuádriceps. Tras dos meses de tratamiento, el paciente es capaz de flexionar las rodillas más de 90° (11).

Un estudio se realizó a 42 pacientes (33 hombres, 77,6% y 9 mujeres, 21,4%) con tendinitis rotuliana debido a la práctica de deportes como fútbol, voleibol u atletismo. El tratamiento se dividió en dos grupos; 24 pacientes fueron tratados con cortisona u infiltración de analgésico local, 15 pacientes fueron tratados con terapia manual y fisioterapia, por último, algunos pacientes fueron tratados también con electroterapia y ultrasonido. Tras tratar mediante ESWT focales y radiales combinadas, la mitad de los deportistas notaron una gran reducción del dolor, tras tres semanas pasaron de tener un 8 a un 4 en una escala EVA. Pasados tres meses 31 atletas apenas notaban molestias reanudando así el entrenamiento deportivo (20).

Un estudio se realizó en 14 pacientes, 9 niños y 5 niñas, con edades entre los 12 y 14 años que padecían la enfermedad de Osgood Schlatter. El tratamiento se llevó a cabo mediante RSWT durante 7 sesiones y en 16 rodillas. Hubo un seguimiento a estos pacientes durante 4 a 6 años posteriores mediante un cuestionario VISA-PG alcanzando en 12 de 16 rodillas 100 puntos. Ningún sujeto tuvo efectos adversos al tratamiento, por lo cual las RSWT según este estudio se consideran una vía segura y viable para deportistas con Osgood Schlatter (22).

Varios estudios recogen la mejoría de pacientes que han sido tratados con ondas de choque (26):

- En el año 2000, se trataron a 27 pacientes, mejorando en el 74% de los casos la sensación de dolor tras 24 meses. En 2003 se trataron a 11 atletas con ESWT y terapia manual, mejorando en el 77% de los casos la sensación de dolor y aumentando la calidad del salto vertical.
- En 2003 nuevamente, se trataron a 74 pacientes los cuales el tratamiento conservador no daba buenos resultados y pasaron a tratarse con ESWT. El resultado final fue que el 43% de los pacientes mejoraron en el primer mes y en 79% tras 24 meses.
- En 2012, se dieron a conocer resultados buenos o excelentes, disminuyendo la sensación de dolor y mejorando la función en una sola sesión con ondas de choque radiales a baja potencia.
- En 2015 se comparó las RSWT y FSWT en dos grupos de pacientes. El primer grupo recibió cinco sesiones a la semana de RSWT con un nivel de energía de 2 bar y a 2000 pulsos. El segundo grupo, fue tratado con FSWT dos sesiones a la semana, con un nivel de energía de 0,15 mj/mm<sup>2</sup>. El resultado final fue que las ondas de choque radiales consiguieron una mejoría en el 66% de los pacientes, mientras que las ondas de choque focales consiguieron una mejoría en el 88% de los casos.

Por lo expuesto anteriormente, queda justificada la realización del siguiente estudio, en el que se vamos a observar la efectividad del tratamiento propuesto, midiendo el dolor (algómetro), ROM y fuerza (dinamómetro) de la siguiente manera:

### **Dinamometría:**

La dinamometría isocinética cuantifica la fuerza muscular midiendo momentos articulares estáticos como isométricos o dinámicos, como concéntricos y excéntricos. También describe las propiedades mecánicas músculo tendinosas (27) y determinan la fuerza máxima en concéntrico, isométrico u excéntrico de las articulaciones y músculos a velocidades constantes a lo largo del ROM. Es muy común su uso en el deporte e investigación para medir la función muscular, aunque no solo se utiliza en estos ámbitos, también es muy común usarlo en programas de rehabilitación y desequilibrios de rodilla e isquiotibiales (28).

Actualmente, la dinamometría isocinética se considera una herramienta muy útil para establecer tratamientos cuya finalidad es recuperar, de forma adecuada, la fuerza del paciente, y como un eficaz sistema de evaluación objetiva y diagnóstico en el campo de la biomecánica (29). Los test isocinéticos más utilizados para valorar la fuerza muscular, de forma objetiva son los test isocinéticos a baja velocidad ( $60^{\circ}/s$  -  $120^{\circ}/s$ ) (30).

Posición del paciente (28):

- Sedestación formando un ángulo de  $85^{\circ}$  respecto al tronco.
- Eje mecánico del dinamómetro alineado en el epicóndilo medial de la rodilla.
- Tronco y cadera estabilizada mediante cinturones.

En este estudio, se pretende medir el efecto del dinamómetro y la desalineación en un isométrico de rodilla. El problema reside en que el dinamómetro no puede calcular las fuerzas gravitacionales, de inercia y la desalineación de los ejes de rotación, este último es el mayor problema. Para poder evitar problemas de medición y que estas sean lo más precisas posible es necesario tener datos del movimiento óseo en la contracción; para conseguir esto es necesario utilizar grabadoras de vídeo de Rayos X en el tiempo exacto de los movimientos óseos durante la prueba. Seis sujetos sanos, efectuaron contracciones isométricas en flexión de rodilla a  $90^{\circ}$  y  $120^{\circ}$ . Se calculó el momento real de la articulación de la rodilla y el momento de la articulación y el momento de la articulación respecto al centro de esta. Se observó que el momento real de la articulación de la rodilla variaba entre un 2-4% entre el momento registrado por el dinamómetro y el momento registrado por el marcador cutáneo. También se observó que, durante la extensión isométrica de rodilla, el ángulo interno pasó de estar en reposo a una contracción máxima. (27)

### **Algometría:**

El algómetro es un instrumento que mide la fuerza calibrada en Newtons y es utilizado en la zona que queremos evaluar presionando sobre ella, para así producir un dolor evocado (31) y evaluar la sensibilidad de la zona (32). El algómetro es muy eficaz para dar resultados fiables y reproducibles. En la evaluación clínica en pacientes con tendinopatías en el tendón rotuliano el algómetro puede ser un instrumento útil para medir los umbrales de dolor y sensibilidad del tendón rotuliano de manera objetiva (31).

Posición del paciente y mecanismo (31):

- Sedestación, en posición vertical.
- Rodillas en ligera flexión de 20°.
- Presionar con el algómetro sobre la zona dolorosa del paciente hasta que diga “para”.

Un estudio se realizó con 20 jugadores de voleibol asintomáticos y dos grupos de 54 y 48 atletas con tendinopatía rotuliana con edades comprendidas entre los 18 y 37 años. Los pacientes realizaron 10 sentadillas con rampa de 20°. Se aplicó el algómetro el tendón rotuliano con un máximo de 45 N teniendo como resultados:

- El 86% de los jugadores de voleibol asintomáticos alcanzaron la presión máxima, el 9% de los jugadores obtuvieron dolor entre los 40/45 N y el 5% de los jugadores notaban dolor antes de llegar a 40 N.
- Ninguno de los atletas pudo superar los 40 N de presión (31).

En un estudio se quiso comparar las asociaciones que existían entre la sensibilidad al dolor y fuerza muscular a 28 pacientes sanos entre 18 y 35 años. Para ello, los pacientes fortalecieron la musculatura mediante ejercicios de flexión y extensión del tren inferior. La fuerza muscular se evaluó con un dinamómetro mientras que la sensibilidad al dolor con un algómetro. El resultado final fue que en gran parte de las medidas de sensibilidad al dolor y fuerza muscular no tenían relación excepto la porción infra rotuliana y el vasto externo donde los resultados fueron positivos (32).

### **Goniometría:**

El goniómetro se usa como una herramienta útil, portátil y económica para la medición del rango de movimiento articular (33) (34). Se puede aplicar en cualquier plano (34) y es un instrumento muy usado en fisioterapia (35). Evaluar el rango de movimiento es una parte primordial y objetiva para valorar el rango articular siendo determinante en el resultado final del mismo (33) ya que ayuda a evaluar cuál o cuáles son las limitaciones de las articulaciones que se han medido (35). Sus desventajas principales son la precisión y reproductibilidad de los datos. Otras desventajas pueden ser que el punto de referencia óseo del paciente sea malo (34), la dificultad de mantener en algunos casos la rama móvil al medir los movimientos activos y, por último, al retirar el goniómetro para observar cuáles son los resultados finales, se puede modificar de manera involuntaria el resultado movimiento una de las dos ramas. Hay estudios donde se dice que la fiabilidad del goniómetro es mayor es mayor en las extremidades superiores a las inferiores (35).

El goniómetro digital es una herramienta más fácil de manejar y aplicar sobre el paciente, además de dar unos resultados más exactos y reproducibles. Este goniómetro digital está combinado con un inclinómetro y es muy usado en la medición del rango articular de rodilla (34). Una de las ventajas del goniómetro digital es que el punto de referencia puede ser fijados al plano de interés mientras que, en el goniómetro estándar universal, la rama fija del goniómetro debe de mantenerse de manera manual mientras la rama móvil se va movilizandó respecto el ROM de la articulación a medir, este aspecto puede ser muy importante al medir movimiento tales como la rotación interna y externa (35).

Posición del paciente (34):

- Decúbito lateral, con la pierna afecta libre de movimiento.
- Pelvis estabilizada.
- Cabeza, brazos y pecho asegurados y sujetos.
- Punto de referencia del goniómetro digital 5 cm por encima del cóndilo femoral externo.

## Evaluación de la evidencia

Se realiza una búsqueda sistemática en las siguientes bases de datos con los siguientes términos libres, MeSH y DeCS:

1. Osgood Schlatter
2. Fisioterapia
3. Reposo
4. Cirugía
5. Terapia Manual
6. Niño
7. Deporte
8. ROM
9. Fuerza
10. Dolor
11. ESWT

<b>Español</b>	<b>Inglés</b>	<b>MeSH</b>	<b>DeCS</b>	<b>Término libre</b>
<i>Osgood Schlatter</i>	Osgood Schlatter	No	No	Sí
<i>Fisioterapia</i>	Physical Therapy	Sí	Sí	No
<i>Reposo</i>	Rest	Sí	Sí	No
<i>Cirugía</i>	Surgery	Sí	Sí	No
<i>Terapia Manual</i>	Manual Therapy	No	No	Sí
<i>Niño</i>	Child	Sí	Sí	No
<i>Deporte</i>	Sports	Sí	Si	No
<i>ROM</i>	ROM	No	No	Sí
<i>Fuerza</i>	Strength	No	No	Sí
<i>Dolor</i>	Pain	Sí	Sí	No
<i>ESWT</i>	ESWT	No	No	Sí

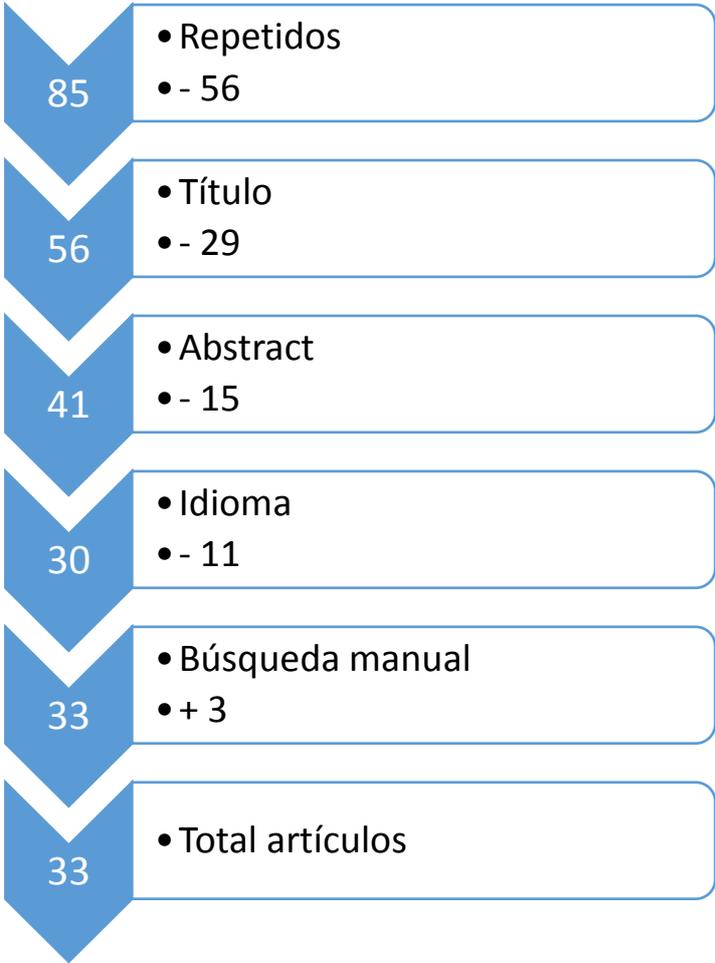
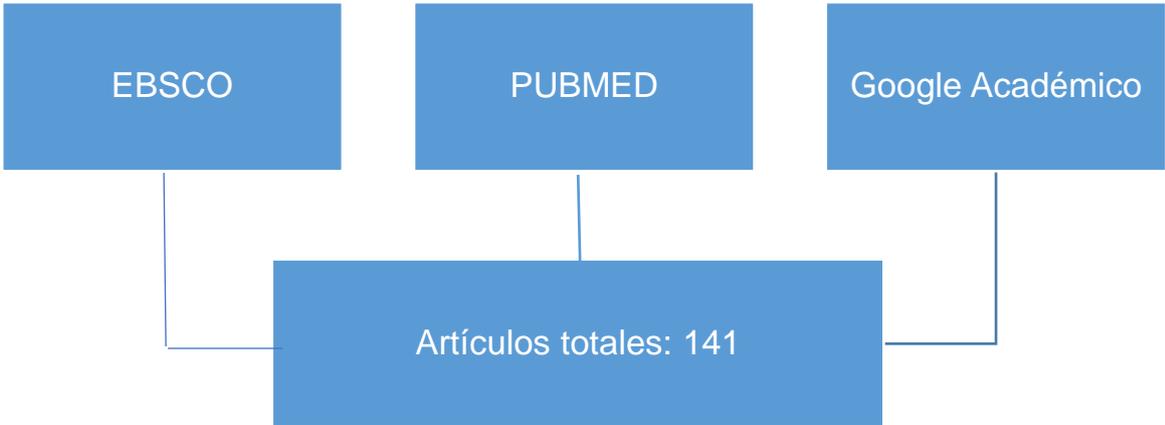
**Tabla 3. Búsqueda sistemática de las palabras clave. Elaboración propia.**

Se aplicaron los siguientes filtros:

1. Últimos 5 años, en la búsqueda de Osgood Schlatter se tuvo que aumentar a últimos 10 años para un artículo concreto.
2. Humanos.
3. Texto completo.
4. Inglés/español, en la búsqueda de Osgood Schlatter se tuvo que aumentar la búsqueda al checo y alemán debido a un artículo concreto.

Rescatándose un total de: 141 artículos.

Diagrama de flujo:



## **Objetivos del estudio**

Objetivo principal:

Determinar la influencia de incluir ESWT en el tratamiento fisioterapéutico de Osgood Schlatter en niños deportistas.

Objetivo secundario:

Evaluar la influencia de incluir ESWT al tratamiento fisioterapéutico en la variación del dolor en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter.

Valorar la influencia de incluir tratamiento fisioterapéutico más reposo frente a incluir cirugía más reposo en la variación del ROM en flexión en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter.

Evaluar la influencia de incluir tratamiento fisioterapéutico más reposo frente a incluir cirugía más reposo en la variación de la fuerza de extensión de rodilla en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter.

## **Hipótesis**

El tratamiento de fisioterapia más ESWT dará lugar a una disminución de dolor, aumento del ROM en flexión y aumento de fuerza en la extensión de rodilla mayor que el tratamiento habitual de fisioterapia en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter.

# Metodología

## Diseño

Se lleva a cabo un estudio tipo analítico, experimental, prospectivo con un simple ciego, ya que a los sujetos del grupo control se les aplicará terapia de ondas de choque de forma simulada para evitar el sesgo del efecto simulado. El analista también desconocerá el tipo de tratamiento que se aplicará a cada sujeto.

Se ha elegido un estudio tipo experimental ya que se busca comparar una técnica en dos tipos de grupos, uno experimental y otro control. Para este tipo de estudios se debe de elegir qué grupo o participantes van a pertenecer a un grupo u otro de manera aleatoria.

Este estudio propone un enmascaramiento de simple ciego, donde los sujetos de estudio no conocerán a que grupo pertenecen ya que a los del grupo control se les aplicará terapia de ondas de choque de forma simulada. Además, el analista desconocerá el grupo y qué tipo de tratamiento se empleará en cada paciente. De esta manera se puede evitar un posible sesgo ya que, de no ser así, podría interferir de manera subjetiva en el momento de analizar cada uno de los resultados obtenidos.

Los sujetos estarán divididos en dos grupos; uno experimental y otro control:

- En el grupo experimental se aplicará el tratamiento de fisioterapia y terapia mediante ondas de choque.
- En el grupo control se aplicará el tratamiento de fisioterapia y terapia mediante ondas de choque, pero esta última técnica de manera simulada
- Ambos grupos recibirán el mismo número de mediciones y sesiones y el tiempo de cada sesión será el mismo.

Para poder desarrollar este estudio, se deberán de tener en cuenta los principios éticos universales que fueron recogidos en la actualización de 2013 en la declaración de la AMM de Helsinki en 1964. Se necesitará la aprobación del CEIC para que de esta manera pueda realizarse dicho estudio. Además, se deberá de enviar un informe del proyecto para colaborar con la Universidad Pontificia Comillas en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" para poder llevar a cabo dicho estudio en el centro. Por último, el equipo investigador que forme parte del proyecto, deberá de tener en posesión el Certificado de Naturaleza de Delitos Sexuales (Anexo III).

A todos los participantes que aceptaron formar parte del proyecto se le entregaron dos informes. Uno de ellos será el consentimiento informado (Anexo II), el cual si quieren seguir adelante con dicho proyecto deben firmar, en el otro informe se indicará cuáles son los objetivos que se buscan al realizar este estudio, como y con qué técnicas se llevará a cabo, protocolo, posibles riesgos que podrían producirse, la metodología de dicho proyecto y un apartado donde los participantes pueden rescindir del proyecto siempre que ellos lo deseen sin que se produzca algún tipo de penalización (Anexo I). También se les informará que debido a la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se aplicará un código de identificación con el fin de proteger los datos personales de cada participante.

### **Sujetos de estudio**

Este estudio va dirigido a niños deportistas de 7 a 14 años que practican baloncesto, fútbol, voleibol y balonmano al menos 4 veces a la semana y que han sido diagnosticados previamente por la enfermedad de Osgood Schlatter.

Debido a que es un estudio experimental una de sus premisas es la homogeneidad de la muestra, planteándose de esta manera criterios de inclusión y exclusión.

#### **Criterios de inclusión**

**Niños deportistas**

**Edades comprendidas entre los 7 y 14 años**

**Con una carga de entrenamiento de al menos 4 veces a la semana**

**Diagnosticados de Osgood Schlatter**

**Practican fútbol, voleibol, baloncesto o balonmano**

**Tabla 4. Criterios de inclusión. Elaboración propia.**

## Criterios de exclusión

**Niños no deportistas**

**Edades que no sean comprendidas entre los 7 y 14 años**

**Sin diagnóstico previo de Osgood Schlatter**

**Carga de entrenamiento menor a 3 veces a la semana**

**Aprensivos a las técnicas o terapia a realizar**

**Sujetos que han sido intervenidos quirúrgicamente de Osgood Schlatter**

**Tabla 5. Criterios de exclusión. Elaboración propia.**

Para poder realizar este estudio, se realiza un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el que se reclutarán todos los sujetos que cumplan los criterios de inclusión, hasta completar la muestra. A los sujetos de estudio se les asignará al azar un número, donde los números pares recibirán un tipo de tratamiento y los impares otro, por lo que de esta manera se puedan obtener unos resultados y así sacar las conclusiones oportunas de dicho estudio.

La muestra se divide en dos grupos de manera aleatoria; el grupo con el código de identificación impar recibirá tratamiento de fisioterapia y ESWT, mientras que al grupo con el código de identificación par recibirá fisioterapia y ESWT.

Para conocer el tamaño muestral se debe aplicar la siguiente fórmula o ecuación:

$$N = \frac{K * SD^2}{d^2}$$

n = muestra

k = Constante

SD = Desviación típica

D = Precisión

Tras la búsqueda sistemática realizada y la imposibilidad de encontrar estudios de donde se puedan obtener los datos de precisión y SD para que de esta manera se pueda realizar el cálculo del tamaño muestral, se decide realizar un estudio piloto con 15 sujetos y así obtener dichos datos.

Este estudio piloto se realizará con un poder estadístico (1-β) del 80% con un nivel de significación (α) de 7,8%.

Poder estadístico (1-β)	Nivel de significación (α)		
	5%	1%	0,10%
80%	7,8	11,7	17,1
90%	10,5	14,9	20,9
95%	13	17,8	24,3
99%	18,4	24,1	31,6

## Variables

<i>Variables dependientes</i>	Tipo	Instrumento de medida	Unidades
<b>Fuerza extensión de rodilla</b>	Cuantitativa Continua	Dinamómetro isocinético	Newton (N)
<b>Dolor</b>	Cuantitativa Discreta	Algómetro	Newton (N)
<b>ROM flexión de rodilla</b>	Cuantitativa Continua	Goniómetro HAWK	Grados (°)

Tabla 6. Variables dependientes. Elaboración propia.

VARIABLES DEPENDIENTES:

La variable dependiente representa una cantidad o valor que depende del valor que se aplique en la variable independiente. En este estudio las variables dependientes son:

- Fuerza de extensión de rodilla: Se medirá la fuerza de extensión de rodilla mediante un dinamómetro isocinético.
- Dolor: Se medirá el dolor a la presión mediante un algómetro.
- ROM en flexión de rodilla: se medirá el ROM en flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK.

<b><i>Variables independientes</i></b>	<b>Tipo</b>	<b>Instrumento de medida</b>	<b>Unidades</b>
<b><i>Tipo de tratamiento</i></b>	Cualitativa dicotómica		Tratamiento convencional(A) vs Tratamiento convencional y ESWT(B)
<b><i>Momento de Medición</i></b>	Cuantitativa dicotómica		Inicial Intermedia Final

**Tabla 7. Variables independientes. Elaboración propia.**

VARIABLES INDEPENDIENTES:

Las variables independientes son las determinadas condiciones a las que son expuestos los propósitos del estudio. Las variables independientes de este estudio son:

- Tipo de tratamiento: se comparará qué tipo de tratamiento es más beneficioso, si el convencional de fisioterapia o el convencional de fisioterapia más ESWT.
- Momento de medición: Se realizará una medición de los valores obtenidos en el tratamiento al inicio, mitad y final de este.
- La edad se recogerá, pero no formará parte de las variables de este estudio, si bien, podrá ser analizada a posteriori su relación con los resultados.

## **Hipótesis operativa**

### **Fuerza de extensión de rodilla:**

- Hipótesis nula (Ho): No hay diferencias estadísticamente significativas en la medición de la fuerza de extensión de rodilla en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años, entre el grupo control y el grupo experimental.
- Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias estadísticamente significativas en la medición de la fuerza de extensión de rodilla en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años., entre el grupo control y el grupo experimental.

### **Dolor:**

- Hipótesis nula (Ho): No hay diferencias significativas en la medición de dolor mediante en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años, entre el grupo control y el grupo experimental.
- Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas en la medición de dolor mediante en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años entre el grupo control y el grupo experimental.

### **ROM flexión de rodilla:**

- Hipótesis nula (Ho): No hay diferencias significativas en la medición del ROM en la medición del ROM en flexión de rodilla en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años, entre el grupo control y el grupo experimental.
- Hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias significativas en la medición del ROM en flexión de rodilla en niños deportistas con la enfermedad de Osgood Schlatter entre 7 y 14 años, entre el grupo control y el grupo experimental.

## **Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis.**

Todos y cada uno de los participantes, serán atendidos en la Universidad Pontificia Comillas, Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios". Se recogerán los datos personales de cada participante mediante el consentimiento informado (Anexo II) y se asignará un código que será introducido en el programa SPSS y así mantener la protección de datos de dicho participante.

Tras esto comenzará la valoración del paciente, se aplicará a cada uno de ellos lo explicado en el consentimiento informado y se añadirán en el programa mencionado anteriormente la recogida de datos. Posteriormente según el número al azar que se le haya asignado a cada paciente recibirá un tratamiento u otro.

### **Análisis descriptivo:**

A través de la estadística descriptiva se estudió el máximo, mínimo, desviación típica, media y varianza de las variables cuantitativas dependientes descritas en nuestro estudio y valorar de esta manera si existen diferencias significativas dentro de la población.

### **Análisis inferencial:**

Se hará una medición pre y post tratamiento de cada una de las variables dependientes a cada paciente, independientemente del grupo al que pertenezca. Tras obtener los resultados En el grupo experimental, se restará la medición post a la medición pre, dando lugar a la variable diferencial ( $V_1$ ). Lo mismo se hará con el grupo control, dando lugar a la variable diferencial ( $V_1'$ ). Estos datos serán analizados mediante el programa SPSS, donde se compararán los resultados de la variable diferencial de cada grupo, obteniendo de esta manera los resultados finales al estudio y desarrollar finalmente la hipótesis.

Se valora la normalidad de cada grupo de las variables; fuerza máxima de extensión de rodilla, ROM en flexión de rodilla y dolor a través del Test Kolmogórov-Smirnov y la homogeneidad de la varianza a través del Test Levene, donde se dará lugar a dos resultados posibles:

- Valores mayores a 0,05;  $p > 0,05$ .
- Valores menores a 0,05;  $p < 0,05$ .

- Si en ambas pruebas  $p > 0,05$  significará que se cumple el principio de normalidad y se usará el test paramétrico, es decir, el T-student para muestras independientes.
- Si  $p < 0,05$  no se cumple el principio de normalidad y se usará el test no paramétrico o Mann-Whitney para muestras independientes. Tras realizar la prueba se encuentran diferencias significativas se rechazará la hipótesis nula y se aceptará la alternativa.
- Si  $p > 0,05$  hay riesgo de que los resultados obtenidos se deban al azar por lo que las diferencias en las mediciones realizadas tanto en el grupo control como en el grupo experimental no son significativas, por lo que no se podrá rechazar en ningún caso la hipótesis nula.

### **Limitaciones del estudio**

La principal limitación que he encontrado en este estudio ha sido la poca cantidad de estudios que hay respecto esta patología con un tratamiento de fisioterapia en los últimos 5 años, por lo que en alguna ocasión se ha aumentado la estrategia de búsqueda a los últimos 10 años al menos.

Lo mismo pasa con el idioma, hay muchos artículos que no estaban en español o inglés y que eran muy relevantes para describir los antecedentes, por lo que en alguna ocasión se aumentó el número de idiomas.

Otro problema importante se debe a la limitación de horarios que existen en la población escogida, ya que, al ser federados, con cuatro días a la semana donde practican ese deporte y a la vez acuden a clases, es muy difícil cuadrar horarios para realizar el tratamiento con un número tan amplio de participantes con esa edad y a la vez el centro, en este caso, Universidad Pontificia Comillas en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios", esté disponible en ese rango de horarios.

## **Equipo investigador**

El equipo investigador estará compuesto por:

- Investigador principal: Miguel Otero Sevilla, graduado en fisioterapia.
- Dos fisioterapeutas con nociones avanzadas en el uso de ESWT.
- Un médico traumatólogo, especialista en lesiones deportivas.
- Analista matemático: doctorado en análisis estadístico, con nociones avanzadas en el uso de Office y SPSS.

## **Plan de trabajo**

### **Diseño de la intervención**

Se lleva a cabo un estudio tipo analítico, experimental, prospectivo con un simple ciego, ya que a los sujetos del grupo control se les aplicará terapia de ondas de choque de forma simulada para evitar el sesgo del efecto simulado. El analista también desconocerá el tipo de tratamiento que se aplicará a cada sujeto.

Tras formularse la pregunta PICO, y realizar una estrategia de búsqueda en las bases de datos PUBMED, EBSCO y Google académico, se comienza a eliminar y seleccionar los artículos que tras la lectura de sus datos son de interés y así describir el apartado “Antecedentes y estado actual del tema”.

Al finalizar este apartado, comienza el desarrollo de la hipótesis, objetivos y metodología. Para este último, es necesario calcular el tamaño muestral y definir a qué tipo de población va dirigido el estudio a realizar, pautando unos criterios de inclusión exclusión y consentimiento informado al sujeto o sujetos de estudio.

Por ello, comienza la elección de la población. El equipo investigador se pondrá en contacto con la Federación Madrileña de fútbol (FFM), Federación Madrileña de baloncesto (FBM), Federación madrileña de balonmano (FMB) y Federación Madrileña de voleibol (FMV). Tras mantener el primer contacto con las federaciones, se comentará cuáles son los criterios de inclusión: niños y niñas entre los 7 y 14 años diagnosticados de Osgood Schlatter y que practican el deporte al que están federados al menos cuatro veces en semana. Por lo que el equipo investigador enviará a dichas federaciones un informe sobre los criterios de inclusión y exclusión para que ellas puedan seleccionar a los deportistas diagnosticados de dicha enfermedad.

Por otra parte, el equipo investigador diseñará una hoja de información (Anexo I) sobre el tratamiento que será realizado en los sujetos de estudio y un consentimiento informado (Anexo II) que será entregado al padre/madre o tutor de la población a investigar. Para poder llevarse a cabo esta investigación deben de tenerse en cuenta los principios éticos universales incluidos en la declaración de la AMM de Helsinki en el año 1964.

Dicho proyecto será mandado al CEIC, definido como un organismo independiente, formado por todo tipo de profesionales, tanto sanitarios como no sanitarios cuya función es velar por la protección de los derechos, seguridad y bienestar de los participantes que sean intervenidos en el proyecto de investigación y de esta forma conceder garantía pública, a través del informe sobre el proyecto, competencia de los investigadores, métodos y documentos que sean necesarios para informar a los sujetos de la investigación y de esta manera obtener su consentimiento.

A toda aquella persona que participe en el proyecto de investigación se dará dos informes; el primero será sobre el consentimiento informado (Anexo II), en el segundo se explicará de qué va a tratar el estudio, tratamiento, objetivos, criterios de inclusión y exclusión, indicaciones y contraindicaciones, etc. (Anexo I). En este último informe se indicará que todo sujeto tiene total libertad para renunciar al proyecto, por lo cual, tras estas advertencias, el padre, madre o tutor estará completamente informado de todo lo que se busca y ofrece con dicho estudio.

Debido a la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, todo participante partirá desde el anonimato. De esta manera todo participante será asignado mediante un código que le identifique y de esta manera no poder acceder a sus datos personales.

Tras la aprobación del proyecto, el investigador se pondrá en contacto con el equipo investigador, el cual estará compuesto por tres fisioterapeutas deportivos con nociones avanzadas en el uso de ondas de choque, un médico traumatólogo especialista en lesiones deportivas en niños y un analista que se encargará de recoger todos los datos necesarios para realizar el estudio. Además, todo el equipo investigador deberá de tener el "Certificado de Naturaleza de Delitos Sexuales" (Anexo III).

Este proyecto de investigación se realizará en la Universidad Pontificia Comillas en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" ya que se dispone de todos los materiales necesarios para realizar las técnicas, tanto dinamómetro, como algómetro y ESWT. Se dará a los padres, madres y tutores de los sujetos que participen en el estudio un mapa con la ubicación exacta y líneas de comunicación para acudir en transporte público, tanto de autobús como de tren.

También, tendrá lugar una reunión con los participantes, padres, madres y tutores, donde se acordará los horarios y días más adecuados para todos. También se les explica en persona de qué se hará, sesiones y tratamiento, donde se resolverá todo tipo de dudas que puedan tener. Tras ello, entregará todo aquel que esté de acuerdo el consentimiento informado firmado, recogiendo sus datos personales para más tarde asignarles un código de identificación y que de esta manera no se pase por alto la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Una vez hayan sido identificados mediante un código todos los participantes, se incluirán todos los datos de su tratamiento en un Excel, tanto la mejoría del paciente en las sesiones, si hubiese posibles recaídas, etc. En el momento en el que se añaden los datos de los pacientes en el Excel, se procederá a dividir un grupo control y un grupo experimental. En este caso el grupo control serán los pacientes con un número de identificación par, mientras que el grupo experimental serán los pacientes con un número de identificación impar.

En el caso del grupo experimental, serán tratados mediante fisioterapia y ESWT, mientras que en el grupo control, será tratado con fisioterapia y de manera simulada con ESWT.

Como se comentó anteriormente, el estudio se realizará en la, en la planta baja ya que hay un gran número de salas con el material necesario para realizar el estudio en las condiciones más óptimas posibles. Estas salas están insonorizadas por lo que no habrá problema de ruido y de esta manera se pueda llegar a interrumpir las sesiones. La sala tendrá luminosidad ya que, al tratar con niños pequeños, el uso de una sala oscura o con luz tenue puede parecerle un tanto desconcertante. También se aconsejará a los participantes a acudir a las sesiones con ropa cómoda. Cada participante estará con un fisioterapeuta por hora, con un máximo de tres participantes a la hora y siempre serán tratados por el mismo fisioterapeuta. Se realizarán tres sesiones a la semana y finalizará al llegar a las 12 sesiones. El médico traumatólogo supervisará a los participantes por si hubiese algún problema, mientras que el analista, el cual estará cegado, recogerá todos los datos.

Una vez se haya recogido los datos de todos los participantes, comenzarán las primeras mediciones. Estas se realizarán mediante un dinamómetro isocinético PRIMUS RS, un algómetro modelo 121440-10, un goniómetro HAWK y terapia con ondas de choque de modelo Duolith Ultra Sepia. Cada medición se repetirá 2 veces en cada uno de estos materiales en la primera sesión. El dinamómetro isocinético y goniómetro HAWK se volverá a usar en las sesiones 6 y 12, mientras que el algómetro y las ondas de choque serán usadas en todas las sesiones.

En el momento de realizar las primeras mediciones, se explicará a los sujetos que deben hacer de manera detenida y que de esta manera puedan entenderlo sin problemas. Primero, con el paciente en sedestación, se medirá la flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK y más tarde se pedirá la extensión de rodilla y se medirá con el dinamómetro isocinético. Una vez el analista tenga estos datos, se hará uso del algómetro en el tendón rotuliano y en la musculatura anterior del tren inferior. Tras esto se comenzará a usar ondas de choque en los puntos medidos con el algómetro, excepto al grupo control que se hará de manera simulada, para que más tarde se comience a tratar mediante terapia manual.

Las siguientes sesiones excepto la número 6 y 12 se tratará únicamente con ondas de choque más terapia manual al grupo experimental y ondas de choque simuladas más terapia manual al grupo control. Todos los datos que irá recogiendo el analista serán apuntados en el Excel y mediante el programa SPSS Se llevará a cabo un análisis que dará lugar a los resultados finales y de esta manera poder redactar el proyecto de investigación.

### **Etapas de desarrollo**

<b>Proyecto</b>	<b>Intervalo de tiempo</b>
Diseño del proyecto de investigación	2 de septiembre de 2017 a 6 de mayo de 2018
Solicitud al AMM y CEIC	11 de junio de 2018
Aprobación comité de ética	8 de agosto de 2018
Búsqueda de participantes y firma de CI	3 de septiembre de 2017 a 7 de enero de 2019
Búsqueda equipo investigador	9 de agosto de 2018 a 10 de septiembre de 2018
Inicio de tratamiento	14 de enero de 2019
Duración de tratamiento	1 hora
Sesiones	3 sesiones semanales durante 4 semanas con un total de 12 sesiones
Medición	Sesiones 1, 6 y 12
Análisis y redacción del proyecto de investigación	Tras la última sesión de tratamiento

**Tabla 8. Etapas de desarrollo. Elaboración propia.**

## **Distribución de tareas de todo el equipo investigador**

La distribución de tareas del equipo investigador constará de:

- 1) Investigador principal: Miguel Otero Sevilla, alumno de 4º grado de Fisioterapia en la Universidad Pontificia de Comillas. Creador y desarrollador del proyecto de investigación. Es el encargado seleccionar al equipo investigador y coordinarlo. Estará siempre pendiente de la recogida de datos de todos los participantes. Tendrá una primera reunión con el padre/madre o tutor del participante para explicar el proyecto además de tener nuevas reuniones con los familiares que lo necesiten. También se encargará de tratar.
- 2) Dos fisioterapeutas con noción avanzada en terapia con ondas de choque. Se encargarán de tratar y establecer los parámetros pertinentes para los participantes.
- 3) Médico traumatólogo: especialista en lesiones deportivas en edades comprendidas entre los 7 y 18 años. Se encargará de supervisar que todos los participantes estén en condiciones óptimas para seguir con el proyecto.
- 4) Analista matemático: doctorado en análisis estadístico, con nociones avanzadas en el uso de Office y SPSS. Se encargará de incluir en un Excel los datos de cada participante y más tarde realizar un análisis de los datos obtenidos en el SPSS.

## Lugar de realización del proyecto

Este proyecto se realizará en la Universidad Pontificia Comillas en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" con dirección; avenida San Juan de Dios, 1, Ciempozuelos, Madrid con código postal 28350 y número de teléfono 91 542 28 00. La parada de tren más cercana es la parada "Ciempozuelos" perteneciente a la C-3. Para ir en bus las paradas más cercanas son 415, 471 y 430.

Todas las reuniones, entrevistas tratamiento, mediciones se realizarán en el laboratorio de biomecánica donde se encuentra todo el material necesario para realizar el estudio como un dinamómetro isocinético PRIMUS RS, un algómetro modelo 121440-10, un goniómetro HAWK y ESWT Duolith Ultra Sepia.



(36)

## Referencias

- (1) Nkaoui M, El Alouani EM. Osgood-schlatter disease: risk of a disease deemed banal. *Pan Afr Med J* 2017;28:56.
- (2) Mario García Muñoz, Cristina Rodríguez-Gutiérrez. *Enfermedad de Osgood Schlatter tratamiento conservador*. 1st ed. México: Medigrphic.com; 2006.
- (3) Kaneuchi Y, Otoshi K, Hakozaki M, Sekiguchi M, Watanabe K, Igari T, et al. Bony Maturity of the Tibial Tuberosity With Regard to Age and Sex and Its Relationship to Pathogenesis of Osgood-Schlatter Disease: An Ultrasonographic Study. *Orthopaedic Journal Of Sports Medicine* 2018 January 8,;6(1):2325967117749184.
- (4) Circi E, Beyzadeoglu T. Results of arthroscopic treatment in unresolved Osgood-Schlatter disease in athletes. *International Orthopaedics* 2017 February;41(2):351-356.
- (5) Smith JM, Bhimji SS. *Osgood Schlatter Disease*. StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017.
- (6) Halilbasic A, Avdic D, Kreso A, Begovic B, Jaganjac A, Maric M. Importance of clinical examination in diagnostics of Osgood-Schlatter Disease in boys playing soccer or basketball. *Journal of Health Sciences* 2012 Apr 15,;2(1):21-28.
- (7) Lee DW, Kim MJ, Kim WJ, Ha JK, Kim JG. Correlation between Magnetic Resonance Imaging Characteristics of the Patellar Tendon and Clinical Scores in Osgood-Schlatter Disease. *Knee Surgery & Related Research* 2016 March;28(1):62-67.
- (8) Akiyoshi N, Saita Y, Kobayashi Y, Kobayashi K, Kawamura Y, Ikeda H. Tibial tuberosity maturation could predict the occurrence of Osgood-Schlatter's disease in adolescent male football players...econd World Congress of Sports Physical Therapy, October 6-7 2017, Belfast. *Physical Therapy in Sport* 2017 November;28:e2.
- (9) Launay F. Sports-related overuse injuries in children. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015 Feb;101(1 Suppl):139.
- (10) Kaya DO, Toprak U, Baltaci G, Yosmaoglu B, Ozer H. Long-term functional and sonographic outcomes in Osgood-Schlatter disease. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal Of The ESSKA* 2013 May;21(5):1131-1139.
- (11) Satrapová L, Pánek D, Pavlů D. Únavová zlomenina v praxi fyzioterapeuta a lékaře I. – M. Osgood–Schlatter. *Rehabilitation & Physical Medicine / Rehabilitace a Fyzikalni Lekarstvi* 2015 April;22(2):85-88.
- (12) Pretell-Mazzini J, Kelly DM, Sawyer JR, Esteban EMA, Spence DD, Warner WC, et al. Outcomes and Complications of Tibial Tubercle Fractures in Pediatric Patients: A Systematic Review of the Literature. *J Pediatr Orthop* 2016 Jul-Aug;36(5):440-446.
- (13) Nakase J, Goshima K, Numata H, Oshima T, Takata Y, Tsuchiya H. Precise risk factors for Osgood–Schlatter disease. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015 Sep;135(9):1277-1281.
- (14) Çakmak S, Tekin L, Akarsu S. Long-term outcome of Osgood-Schlatter disease: not always favorable. *Rheumatology International* 2014 January;34(1):135-136.

- (15) Dirk-Jonas Danneberg. Successful Treatment of Osgood–Schlatter Disease with Autologous-Conditioned Plasma in Two Patients. 2017;5(3):191-194.
- (16) Sakr M, Mounsey A. PURLs: Injection may be the best bet for young athletes' knee pain. The Journal of family practice 2012 Aug;61(8):486.
- (17) Development of a taping method to prevent Osgood-Schlatter disease onset by suppressing posteriorization of the center of gravity during kicking motions in prepubertal male soccer players...Second World Congress of Sports Physical Therapy, October 6-7 2017, Belfast.
- (18) van der Worp H, van den Akker-Scheek I, van Schie H, Zwerver J. ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2013 Jun;21(6):1451-1458.
- (19) Lopez Moreno Carlos. Introducción al tratamiento por ondas de choque extracorporales (ESWT). Storz Medical (Feb 9, 2018).
- (20) Ulrich Dreisilker. Enthesiopathies, Shock wave therapy in practise. : Level 10 (Oct, 2010).
- (21) Wang C. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. Chang Gung Medical Journal 2003 April;26(4):220-232.
- (22) Lohrer H, Nauck T, Schöll J, Zwerver J, Malliaropoulos N. [Extracorporeal shock wave therapy for patients suffering from recalcitrant Osgood-Schlatter disease]. Sportverletzung Sportschaden: Organ Der Gesellschaft Fur Orthopadisch-Traumatologische Sportmedizin 2012 December;26(4):218-222.
- (23) Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. British Journal Of Sports Medicine 2017 September 27.
- (24) Mani-Babu S, Morrissey D, Waugh C, Screen H, Barton C. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: a systematic review. The American Journal Of Sports Medicine 2015 March;43(3):752-761.
- (25) Saggini R, Di Stefano A, Saggini A, Bellomo RG. Clinical Application of Shock Wave Therapy in Musculoskeletal Disorders: Part I. Journal Of Biological Regulators And Homeostatic Agents 2015 /07/ Jul-Sep;29(3):533-545.
- (26) Leal C, Ramon S, Furia J, Fernandez A, Romero L, Hernandez-Sierra L. Current concepts of shockwave therapy in chronic patellar tendinopathy. International Journal Of Surgery (London, England) 2015 December;24(Pt B):160-164.
- (27) Tsaopoulos DE, Baltzopoulos 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 July;111(1):68-74.

- (28) de Carvalho Froufe Andrade, Alberto César Pereira, Caserotti P, de Carvalho, Carlos Manuel Pereira, de Azevedo Abade, Eduardo André, da Eira Sampaio, António Jaime. Reliability of Concentric, Eccentric and Isometric Knee Extension and Flexion when using the REV9000 Isokinetic Dynamometer. *Journal Of Human Kinetics* 2013 July 5,;37:47-53.
- (29) Pichon F, Chatard J, Martin A, Cometti G. Electrical stimulation and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1671-1676.
- (30) Secunza IG, Chinchilla JF, Zanoletty D, de Murieta JS, Pastrana CP, Trías MR. Determinación de la normalidad en la evaluación isocinética de la rodilla. *Fisioterapia* 2002;24(3):141-146.
- (31) van Wilgen P, van der Noord R, Zwerver J. Feasibility and reliability of pain pressure threshold measurements in patellar tendinopathy. *J Sci Med Sport* 2011 Nov;14(6):477-481.
- (32) Henriksen M, Klokke L, Bartholdy C, Graven-Nielsen T, Bliddal H. The Associations between Pain Sensitivity and Knee Muscle Strength in Healthy Volunteers: A Cross-Sectional Study. *Pain research and treatment* 2013;2013:787054.
- (33) Remigio W, Tsai N, Layos L, Chavez M. Inter-rater and intra-rater reliability of the fluid goniometer for measuring active knee flexion in painful knees; correlations do not mean agreement. *Journal of Physical Therapy Science* 2017 June;29(6):984-988.
- (34) Noppachart Limpaphayom, Vajara Wilairatana MD, Nammond Yaikwawongs. Reliability of Digital Compass Goniometer in Knee Joint Range of Motion Measurement. ; 2009.
- (35) Michael J Mullaney, Malachy P McHugh, Christopher P Johnson, Timothy F Tyler. Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. 26th ed.; 2010.
- (36) Ubicación Universidad Pontificia Comillas en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios" ;40.261955525189485,-3.4875406810547247 (Av. San Juan de Dios, 1, 28350 Ciempozuelos, Madrid).

## Anexo I

### DOCUMENTO HOJA DE INFORMACIÓN

#### ESTUDIO CLINICO:

#### ***“Influencia de la terapia por ondas de choque extracorporales (ESWT) en el tratamiento de Osgood Schlatter en niños deportistas”***

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en este estudio clínico y las complicaciones más frecuentes que puedan ocurrir.

Este documento intenta explicarle todas estas cuestiones; léalo atentamente y consulte todas las dudas que se le planteen. Le recordamos que, por imperativo legal, tendrá que firmar, usted o su representante legal, el consentimiento informado para que podamos realizarle dicho procedimiento.

- **PROCEDIMIENTO:**

Distribución de los sujetos mediante asignación aleatoria en dos grupos, el grupo control al cual se le aplicará un tratamiento de fisioterapia y ondas de choque de manera simulada y un grupo experimental al cual se le aplicará fisioterapia y ESWT:

- Grupo control A:
  - Tratamiento de fisioterapia y ESWT de manera simulada.
  - 1ª medición: Se medirá al paciente mediante un test de fuerza máxima de extensión de rodilla mediante un dinamómetro isocinético, un test de medición del dolor mediante un algómetro, un test para medir el ROM en flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK y terapia con ondas de choque de manera simulada.

- 2ª medición: Se medirá al paciente mediante un test de fuerza máxima de extensión de rodilla mediante un dinamómetro isocinético, un test de medición del dolor mediante un algómetro, un test para medir el ROM en flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK y terapia con ondas de choque de manera simulada.
- Tras realizar las mediciones, comienza el tratamiento.
  
- Grupo experimental B:
  - Tratamiento de fisioterapia más terapia por ondas de choque.
  - 1ª medición: Se medirá al paciente mediante un test de fuerza máxima de extensión de rodilla mediante un dinamómetro isocinético, un test de medición del dolor mediante un algómetro, un test para medir el ROM en flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK y terapia con ondas de choque.
  - 2ª medición: Se medirá al paciente mediante un test de fuerza máxima de extensión de rodilla mediante un dinamómetro isocinético, un test de medición del dolor mediante un algómetro, un test para medir el ROM en flexión de rodilla mediante un goniómetro HAWK y terapia con ondas de choque de manera simulada.
  - Tras finalizar las mediciones, comienza el tratamiento.

## **DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO:**

### *PRIMERA SEMANA:*

Se citará a los sujetos en la sala de valoración y se recogerán en un formulario personalizado datos referentes a su edad, sexo, talla, peso y la pierna dominante, que, si bien no se analizarán como variables del presente estudio, podrán servir para establecer relaciones de la variable estudiada con las diferentes categorías en futuros trabajos.

### Fase activa de medición:

- Fase activa de la medición; las mediciones se realizarán en las sesiones 1, 6 y 12 y se comprobarán los resultados:

- Test fuerza de extensión máxima de rodilla:

A todos los participantes se realizará un test de “fuerza máxima isocinética” a 60°/s con el equipo de dinamometría PRIMUS RS:

- Se explicará al sujeto en qué consiste dicho test.
- Cada sujeto realizará 5 repeticiones máximas a 60°/s extrayéndose la media de las repeticiones.
- Como calentamiento de la rodilla afecta, cada participante realizará 10 repeticiones submáximas a 180°/s. En este caso no se recogerán mediciones.
- Posteriormente habrá un descanso de un minuto.
- Fase de medición de test isocinético y posición del sujeto:
  - Se realizará un movimiento concéntrico-concéntrico máximo, donde el sujeto comenzará con una flexión de 90° de rodilla y terminará con una extensión de rodilla de 0°, en todas sus repeticiones.
  - La posición del respaldo será para todos igual, formando un ángulo de 85° grados respecto al tronco.
  - Tronco y cadera estabilizada mediante cinturones.
  - Distancia entre el hueso poplíteo e inicio de la silla: 3 dedos del examinador y de esta manera que permita el ROM completo para la flexión de rodilla.
  - Eje mecánico del dinamómetro alineado en el epicóndilo medial de la rodilla.
  - El eje de la rodilla se colocará en el eje del dinamómetro, donde un fisioterapeuta con nociones avanzadas en palpación se asegurará de que la articulación esté perfectamente posicionada.
  - Se repetirá el test dos veces.

- Test de medición del dolor con algómetro:
  - Posición del paciente:
    - Sedestación, en posición vertical.
    - Rodillas en ligera flexión de 20°.
    - Presionar con el algómetro sobre la zona dolorosa del paciente hasta que diga “para”.
    - Se repetirá el test dos veces.
  
- Test ROM en flexión de rodilla con goniómetro HAWK:
  - Posición del paciente:
    - Decúbito lateral, con la pierna afecta libre de movimiento.
    - Pelvis estabilizada.
    - Cabeza, brazos y pecho asegurados y sujetos.
    - Punto de referencia del goniómetro digital 5 cm por encima del cóndilo femoral externo.
    - Se repetirá el test dos veces.
  
- Tras las mediciones los sujetos descansarán 5 minutos.

Posteriormente se realizará tratamiento de fisioterapia más ESWT en el grupo experimental. Los parámetros a utilizar serán los siguientes:

- Terapia por ondas de choque (ESWT).
  
- Aplicación sobre la zona dolorosa.
  
- Tipo de ondas de choque: el tratamiento mediante ondas será de tipo focal (FSWT)
  
- Parámetros:
  - Nivel de energía: 0,3 mj/mm<sup>2</sup>
  
  - Frecuencia: 3 Hz
  
  - Pulsos de 1800

- Aumento de la dosis:
  - Posición del sujeto: paciente en decúbito supino sobre la camilla. El miembro tratado será siempre el afecto.
  - Descender la rótula y sujetarla mediante una correa. Sin anestesiarse la zona, colocar el cabezal sobre la zona dolorosa e introducir los parámetros, se comienza a aumentar la dosis al pasar por la base y ápex de la rótula e inserción del tendón rotuliano. Una vez alcanzada se anotará y se bajará la intensidad.
  - Se repite el test vez más, y se anota el valor de la dosis para cada uno de ellos.
  - Se halla la media de la dosis entre los 2 test realizados y la resultante será la intensidad elegida para ese paciente, que será usada en el paciente todos los días que reciba tratamiento.
  - Se le citará al sujeto en tres sesiones semanales.
  
- En el grupo control se simulará la aplicación de ESWT. Se aplicará tratamiento de fisioterapia recibiendo el mismo número de sesiones y duración de estas que el grupo experimental.
- Tras realizar las mediciones comenzará el tratamiento pertinente a cada sujeto.

#### *SEGUNDA SEMANA:*

Citado el paciente en la primera semana, se procede a tratar al paciente. La medición intermedia será en la sesión 6, es decir, la última sesión de la semana:

#### Sesiones 4 y 5:

- Los sujetos recibirán el mismo tratamiento que la semana anterior y la duración de estos será igual.
- Se mantendrán los mismos grupos.
- El grupo control será tratado mediante fisioterapia y ESWT de manera simulada, mientras que el grupo experimental será tratado mediante fisioterapia y ESWT.
- La dosis será la misma para el paciente.

Fase activa de la medición, sesión 6:

- Se repetirán los test realizados en la primera sesión.
- Se observará si se han producido cambios.
- Los participantes serán citados para realizar las sesiones 7, 8 y 9 pertenecientes a la tercera semana.

#### *TERCERA SEMANA:*

Citado el sujeto en la segunda semana, se procede a realizar el mismo tratamiento que en las sesiones anteriores. Esta semana corresponde a las sesiones 7, 8 y 9.

- Grupo control A:
  - Tratamiento de fisioterapia más terapia mediante ondas de choque de manera simulada.
  - Misma duración del tratamiento.
- Grupo experimental B:
  - Tratamiento de fisioterapia más terapia mediante ondas de choque.
  - Misma duración

#### *CUARTA SEMANA:*

Citado el paciente en la primera semana, se procede a tratar al paciente. La medición final será en la sesión 12, es decir, la última sesión de la semana y del tratamiento:

Sesiones 10 y 11:

- Los sujetos recibirán el mismo tratamiento que la semana anterior y la duración de estos será igual.
- Se mantendrán los mismos grupos.
- El grupo control será tratado mediante fisioterapia y ESWT de manera simulada, mientras que el grupo experimental será tratado mediante fisioterapia y ESWT.
- La dosis será la misma para el paciente.

Fase activa de la medición, sesión 12:

- Se hará las mismas mediciones que en la sesión 1 y 6.
- Tras las mediciones los sujetos descansarán 5 minutos.
- Después del descanso se volverá a realizar el tratamiento será el mismo que en las sesiones posteriores.
- Tras la sesión 12, el tratamiento se da por finalizado.

#### RIESGOS:

Los mayores riesgos para la salud del sujeto sometido al presente estudio pueden ser derivados de la mala ejecución de los procedimientos por parte de los investigadores o por fallos en los equipos electro estimulador e isocinéticos. Este riesgo queda minimizado por la acreditada experiencia clínica e investigadora de los investigadores que realizan el estudio y el perfecto estado de los equipos que se encuentran al corriente de las revisiones y calibraciones pertinentes.

En cualquier caso, queda matizar algunas consecuencias que se pueden producir durante el desarrollo del estudio y que el sujeto tiene que ser consciente, tales como:

**Dolor**: es posible que tras las sesiones quede un dolor residual el cual puede durar entre 24 y 48 horas.

#### RIESGOS ESPECÍFICOS DEL USO DE ONDAS DE CHOQUE:

No se conocen riesgos específicos derivados del uso de dispositivos isocinéticos, salvo los derivados de cualquier actividad física como pueden ser la fatiga, dolores articulares y la aparición de dolor muscular posterior al ejercicio (DOMS).

## CONTRAINDICACIONES:

- Marcapasos y/o dispositivos intracardiacos.
- Implantes metálicos internos como endoprótesis, material de osteosíntesis, etc.
- Alteraciones de la sensibilidad.
- Trombosis o hemorragias activas.
- Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas.
- Epilépticos no controlados y síndromes coreicos.
- Hipertensión arterial y varices sin control.
- Personas que puedan propagar algún tipo de infección debido a la patología que sufren.
- Enfermedades agudas con fiebre.
- Estados febriles y/o de debilidad extrema.

## Anexo II

### Documento hoja de información

#### ESTUDIO CLINICO:

#### ***“Influencia de la terapia por ondas de choque extracorporales (ESWT) en el tratamiento de Osgood Schlatter en niños deportistas”***

#### SUJETO

D/Dña \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_

He leído la información que ha sido explicada en cuanto al consentimiento. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre los procedimientos e intervenciones del estudio. Firmando abajo consiento que se me apliquen los procedimientos que se me ha explicado de forma suficiente y comprensible.

Entiendo que tengo el derecho de rehusar en cualquier momento. Entiendo mi plan de trabajo y consiento en ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no encontrarme en ninguna de los casos de las contraindicaciones especificadas en este documento.

Declaro haber facilitado de manera leal y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a los procedimientos que se me van a realizar. Asimismo decido, dar mi conformidad, libre, voluntaria y consciente a los procedimientos que se me han informado.

Firma: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Tiene derecho a prestar consentimiento para ser sometido a los procedimientos necesarios para la realización del presente estudio, previa información, así como a retirar su consentimiento en cualquier momento previo a la realización de los procedimientos o durante ellos.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

ESTUDIO CLINICO:

**“Estudio de la variación de capacidad máxima muscular tras la aplicación de Electroestimulación en contracciones concéntricas isotónicas**

AUTORIZACIÓN DEL FAMILIAR O TUTOR

Ante la imposibilidad de  
D/Dña \_\_\_\_\_ con

DNI \_\_\_\_\_ de prestar autorización para los tratamientos explicitados en el presente documento de forma libre, voluntaria, y consciente.

D/Dña \_\_\_\_\_ con  
DNI \_\_\_\_\_

En calidad de (padre, madre, tutor legal, familiar, allegado, cuidador), decido dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente a la técnica descrita para los procedimientos explicitados en el presente documentos

Firma: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

INVESTIGADOR

D/Dña. \_\_\_\_\_ con  
DNI \_\_\_\_\_

Fisioterapeuta e investigador de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” (Universidad Pontificia Comillas Madrid) declaro haber facilitado al sujeto y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de los procedimientos explicitados en el presente documentos y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de los mismos, que el sujeto no incurre en ninguno de los casos contraindicados relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los procedimientos sea correcta.

Firma: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## **Anexo III**

### **Registro central de delitos sexuales**

Certifica:

Que, en el día de la fecha, consultada la Base de Datos del Registro Central de Delincuentes Sexuales, NO CONSTA información penal relativa a:

D./D<sup>a</sup> Miguel Otero Sevilla con NIF nº 00000000Z

Conforme a lo dispuesto en la Decisión Marco 2009/315/JAI del consejo del 26 de febrero, relativa a la organización y al contenido del intercambio de información de los registros de antecedentes penales entre los Estados miembros, tratándose de ciudadanos españoles, el presente certificado incluye, en su caso, las condenas impuestas por otros Estados miembros de la Unión Europea, en los mismo términos en que tales condenas hayan sido notificadas, sin que exista necesariamente una equiparación entre los tipos delictivos del Estado de condena y los tipos delictivos nacionales.

El presente certificado refleja la situación del titular interesado/a en la fecha de su expedición.

Madrid, a XX de septiembre de 2018