



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Alteraciones en la actividad muscular del vasto medial y el vasto lateral en pacientes con síndrome fémorpatelar

Changes in muscular activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in patients with femoropatellar payn syndrome

Alteración na actividade muscular do vasto medial e o vasto lateral en pacientes con síndrome femoropatelar



Facultad de Fisioterapia

Alumno: D. Lara Fernández Millán

DNI: 53489129F

Tutor: D. Francisco José Senín Camargo

Convocatoria: Junio 2016

Índice de contenidos

| | |
|--|----|
| 1. Resumen | 4 |
| 1. Abstract | 5 |
| 2. Introducción | 6 |
| 2.1. Tipo de trabajo | 6 |
| 2.2. Motivación personal y fundamentos para la elección del tema | 6 |
| 3. Contextualización | 8 |
| 3.1. Antecedentes | 8 |
| 3.1.1. Síndrome femoropatelar | 8 |
| 3.1.2. Epidemiología | 8 |
| 3.1.3. Etiología | 9 |
| 3.1.4. Diagnóstico y evaluación | 12 |
| 3.1.5. Tratamiento y fisioterapia | 14 |
| 3.1.6. Implicación la musculatura que estudio | 16 |
| 3.2. Justificación del trabajo | 17 |
| 4. Objetivo | 18 |
| 4.1. Pregunta de investigación PICO | 18 |
| 4.2. Objetivo principal | 18 |
| 4.3. Objetivos secundarios | 18 |
| 5. Material y métodos | 19 |
| 5.1. Material y recursos utilizados | 19 |
| 5.2. Criterios de selección | 19 |
| 5.2.1. Criterios de inclusión de artículos | 19 |
| 5.2.2. Criterios de exclusión de artículos | 19 |
| 5.3. Estrategia de búsqueda | 19 |
| 5.4. Gestión de la bibliografía localizada | 21 |
| 5.5. Selección de artículos | 21 |
| | 22 |
| 5.6. Variables de estudio | 22 |
| 5.7. Nivel de evidencia y grados de recomendación | 22 |
| 6. Resultados | 23 |

| | |
|---|----|
| 6.1. Tipo de estudios | 23 |
| 6.2. Participantes | 24 |
| 6.3. Criterios de inclusión o diagnóstico de pacientes con SFP | 26 |
| 6.4. Parámetros de actividad muscular | 26 |
| 6.5. Pruebas de valoración y formas de medición de la actividad muscular | 27 |
| 6.6. Resultados | 28 |
| 7. Discusión | 38 |
| 7.1. Tipos de estudio | 38 |
| 7.2. Participantes | 38 |
| 7.3. Pruebas de valoración e instrumentos de medida más utilizadas para medir la actividad muscular en el VM y VL | 39 |
| 7.4. Grado de actividad muscular del VM y VL (amplitud) | 40 |
| 7.4. Tiempos de activación muscular de los vastos y ratio de activación VM:VL | 41 |
| 7.5. Alteraciones en la actividad muscular del VM y VL relacionados con el SFP | 43 |
| 8. Conclusiones | 45 |
| 9. Bibliografía | 46 |
| 10. Anexos | 49 |
| Anexo I: North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996 | 49 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla I: Factores de riesgo de SFP ² | 10 |
| Tabla II: Examen físico del dolor femoropatelar | 13 |
| Tabla III: Estrategias de tratamiento conservador en SFP ² | 14 |
| Tabla IV: Estrategia de búsqueda en bases de datos especializadas en revisiones sistemáticas | 20 |
| Tabla V: Estrategia de búsqueda bases de datos de ámbito general | 20 |
| Tabla VI Escala de valoración del nivel de evidencia North England Evidence Based Guideline Development Project 1996 | 23 |
| Tabla VII Tabla edad, altura y peso de los sujetos de los estudios | 24 |
| Tabla VIII: Características de los estudios | 30 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Diagrama de flujo de selección de artículos | 22 |
|---|----|

Índice de abreviaturas

SFP: síndrome femoropatelar

VM: vasto medial

VL: vasto lateral

EMG: electromiografía

RMN: Resonancia magnética

AL: aductor largo

1. Resumen

INTRODUCCIÓN. El síndrome femeropatelar (SFP) es una de las condiciones más frecuentemente diagnosticadas en atención primaria, ortopedia y medicina deportiva. Afecta normalmente a adultos jóvenes físicamente activos, cuya actividad suponga un aumento de carga en la articulación de la rodilla. En literatura, siempre se ha hablado de una alteración en la fuerza y actividad muscular del cuádriceps, especialmente del vasto medial (VM), relacionada con esta patología. Sin embargo, actualmente existe cierta controversia al respecto, ya que han surgido estudios que niegan que esto sea siempre una causa o consecuencia del SFP.

OBJETIVO: Determinar si existen alteraciones en la actividad muscular del VM en relación al vasto lateral (VL) relacionados con el SFP, concretamente en la amplitud y en los tiempos de actividad de los vastos. Además, se pretende establecer cuáles son las pruebas de valoración y los instrumentos de medida más utilizados en los estudios de investigación para medir la actividad muscular de los vastos.

MATERIAL Y MÉTODOS. Se realiza una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos del ámbito sanitario: Cochrane, Pubmed, PEDro, Scopus y EBSCO (CINAHL y Sport Discus); en el mes de marzo de 2016. La calidad metodológica de los estudios incluidos fue medida con la escala North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996.

RESULTADOS: En la búsqueda realizada, se encontraron 17 artículos que cumplieron los criterios de selección. De estos, 4 encontraron un retraso en la activación del VM con respecto al VL, 4 establecieron que éste solo se produce en casos determinados y otros 4 niegan que exista. Por otro lado, 2 de estos artículos establecen que el tiempo de actividad del VM es menor al del VL. En cuanto a la cantidad de actividad, entendida como amplitud, 5 de los 17 estudios encuentran una mayor actividad del VL en relación al VM. En lo que respecta a instrumentos de medida, 14 de los 17 artículos utilizaron la electromiografía (EMG), 2 la resonancia magnética (RMN) y 1 la ecografía. En cuanto a las pruebas de valoración, cada estudio utilizó una diferente.

CONCLUSIONES: Existe una alteración en la actividad muscular del VM con respecto al VL relacionada con el SFP: el grado de actividad del VM y la duración de la misma están disminuidas, en comparación al VL, disminuyendo así el ratio de activación VM:VL. Sin embargo, no existe un retraso en la activación del VM. Por otro lado, el instrumento de medida más utilizado para cuantificar la actividad muscular es la EMG. Sin embargo, no existe una prueba de valoración de referencia.

1. Abstract

INTRODUCTION. Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most diagnosed diseases in primary care, orthopedics and sports medicine. It normally affects young adults physically active, whose activity typically involves increased load on the knee joint. Literature has always spoken of an alteration in strength and in muscle activity of the quadriceps, especially of the vastus medialis (VMO), related to this condition. However, there is currently some controversy about it, since some studies have denied that this isn't always a cause or consequence of SFP

OBJECTIVE: To determine whether there are changes in muscle activity in relation to VM flab related to SFP, particularly in the amplitude and time of activity of the vastus lateralis (VL). In addition, to establish what evidence assessment and measuring instruments are the most commonly used in research studies to measure muscle activity of the vastus.

MATERIAL AND METHODS. A systematic review was performed in the main health field databases: Cochrane, PubMed, PEDro, Scopus and EBSCO (CINAHL and Sport Discus); in March 2016. The methodological quality of the included studies was measured with the scale North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996.

RESULTS: On the research, 17 articles were found with the selection criteria. 4 of these found a delay in activating the VM with respect to VL, 4 established that it occurs only in certain cases and 4 others denied this condition. On the other hand, 2 of these articles stipulate that the time of activity of the VMO was shorter than the VL's one. As for as the amount of activity, defined as amplitude, 5 of the 17 studies established that it's greater for the VL relative to VM. Regarding the measuring instruments, 14 of the 17 articles used the electromyography (EMG), 2 the magnetic resonance (MRI) and 1 the ultrasound. When it comes to assessment tests, each study used a different one.

CONCLUSIONS: There is an alteration in muscle activity VM relative to VL related with PFPS: the amount of activity of the VM and its duration are decreased in VMO compared to the VL, this causes a decreasing on the ratio of activation VM: VL. However, there isn't a delay on VM onset time. On the other hand, the measuring instrument most commonly used to quantify muscle activity is the EMG and there is no reference test assessment to make these measures.

2. Introducción

2.1. Tipo de trabajo

El presente trabajo es una revisión bibliográfica sistematizada de la evidencia disponible sobre las alteraciones musculares del vasto medial y lateral presentes en pacientes con síndrome femoropatelar.

Las revisiones bibliográficas sistemáticas ayudan a los profesionales sanitarios a mantenerse al tanto de la literatura científica resumiendo gran cantidad de textos de investigación con un mismo tema de estudio y ayudando a explicar las diferencias entre ellos. Implican la aplicación de estrategias científicas, de forma que se eviten sesgos, parcialidad susceptible a montaje, la evaluación crítica y la síntesis de todos los estudios pertinentes con una cuestión clínica específica¹.

2.2. Motivación personal y fundamentos para la elección del tema

La patología de estudio me interesa especialmente por dos motivos. En primer lugar, porque me gustaría que mi faceta feminista quedase reflejada de alguna forma en mi paso por la universidad, ya que ésta ha sido una etapa que me ha ayudado a formarme no solo profesionalmente, sino también personalmente, y no se me ocurrido mejor forma para hacerlo que el escribir un trabajo de fin de grado en el que se habla de una patología que afecta prevalentemente al género femenino, ya que se ha visto que las tasas de incidencia de esta enfermedad son entre 2 y 3 veces mayores en mujeres con respecto a hombres.

Además, he escogido esta patología, y no otra que a lo mejor pudiera afectar única y exclusivamente a mujeres, porque pertenece al campo de la Fisioterapia que más me interesa, centrado en las disfunciones del aparato locomotor. Dentro de todas las patologías que podrían encajar en esta etiqueta, he seleccionado el síndrome femoropatelar pues fui diagnosticada hace unos años del mismo; por tanto, es un trastorno que me interesa no solo en lo profesional, por los potenciales pacientes que podrían acudir a mí con este motivo de consulta, sino también en lo personal, para indagar más sobre qué me pasa, por qué y qué hacer para mejorar esta condición.

Por último, ya dentro del marco general del síndrome femoropatelar, he decido enfocarlo sobre las alteraciones musculares porque en las patologías de la rodilla, siempre se habla de fortalecer la musculatura, sobre todo el vasto medial, alegando

que se debilita con mayor facilidad, y especialmente en este síndrome, ya que se asocia a un desequilibrio entre las fuerzas patelares mediales y laterales, en beneficio de las segundas. Por todo ello, me gustaría conocer cuál es realmente el estado de esta musculatura, y si en realidad existe una alteración asociada.

3. Contextualización

3.1. Antecedentes

3.1.1. Síndrome femoropatelar

El síndrome femoropatelar (SFP) es un dolor en la región anterior de la rodilla de origen insidioso que se exacerba en condiciones que aumentan el estrés en la articulación femoropatelar, como pueden ser las sentadillas, subir o bajar escaleras, la sedestación prolongada y actividades repetitivas como correr^{2,3,4,5,6}.

Es una patología frecuente en personas jóvenes y físicamente activas, especialmente corredores y deportistas, personas cuya actividad suponga un aumento de carga en la articulación de la rodilla³.

El SFP tiene un importante efecto debilitante en las actividades de la vida diaria de las personas que lo sufren, ya que reduce su capacidad para practicar deporte y desempeñar su actividad laboral con normalidad debido al dolor^{3,6}. Esto podría conducir a una ganancia de peso, que incrementaría todavía más la carga en la articulación y por consiguiente el dolor, estableciendo así un círculo vicioso que empeoraría la situación y ayudaría a desalentar a los pacientes para realizar más actividad física⁴.

Es por esto que la morbilidad del SFP incluye limitaciones tanto físicas como mentales, factor importante a tener en cuenta a la hora del tratamiento, pues es necesario comprender el impacto que este dolor puede tener en la calidad de vida del paciente, ya que se ha demostrado un descenso de la misma, sobre todo en aspectos que se refieren al dolor corporal, la vitalidad para atletas recreacionales y limitaciones de rol en atletas profesionales⁷.

3.1.2. Epidemiología

El SFP es una de las condiciones más frecuentemente diagnosticadas en atención primaria, ortopedia y medicina deportiva. En esta última, el dolor de rodilla generalizado representa aproximadamente el 25% de las quejas identificadas en las clínicas^{3,5,6}.

Normalmente afecta a adultos jóvenes, pero también supone una problemática para adolescentes o adultos mayores. En adolescentes, es especialmente evidente en periodos de crecimiento rápido, mientras que en pacientes mayores puede deberse a cambios degenerativos en la articulación femoropatelar acompañados de rigidez y crepitaciones⁴.

Suele afectar también a personas físicamente activas, aunque puede aparecer en todo tipo de individuos, independientemente de su nivel de actividad⁴. Así, las personas con mayor predilección a sufrir esta enfermedad son los corredores y los atletas de fondo, y también los militares, constituyendo un grupo poblacional con un riesgo particularmente elevado de sufrir esta condición^{2,3,6}.

Esta patología aparece más frecuentemente en mujeres, siendo los ratios de incidencia y prevalencia de entre 2 y 3 veces mayores que en hombres^{2,3}. A pesar de que la incidencia en población general no se conoce, un reciente estudio epidemiológico ha mostrado que la incidencia anual de dolor femoropatelar fue de 33/1000 en mujeres y 15/1000 en hombres, mostrando por tanto una incidencia anual es 2.23 veces mayor en mujeres que en hombres⁷.

Estos datos epidemiológicos son el reflejo de las variables anatómicas y biomecánicas que predisponen a la mujer a sufrir SFP, ya que tienen un espesor menor de cartílago articular, un mayor pico de estrés cartilaginoso durante la marcha y al subir y bajar escaleras², menos fuerza en la abducción y rotación externa de cadera en comparación a los hombres^{2,6}, un mayor ángulo Q, valgo dinámico de rodilla y ángulo de rotación interna de cadera. Todas estas variables se han descrito como factores de riesgo para esta enfermedad².

3.1.3. Etiología

La verdadera patogénesis de SFP no está todavía clara, pero parece ser que el SFP es el resultado de un cúmulo de factores de riesgo que generan una sobrecarga femoropatelar^{2,3,4}.

Clásicamente, la incorrecta alineación y/o movimiento patelar se consideraron los principales factores desencadenantes del estrés femoropatelar y el SFP. Sin embargo, actualmente se conoce que estos factores aisladamente no pueden provocar el SFP, sino que es el conjunto de varios factores de riesgo lo que pone a prueba la tolerancia a la carga de la articulación y provoca los síntomas².

Es por esto que, para un diagnóstico justo y un tratamiento adecuado, es necesario conocer antes estos factores de riesgo, estos pueden ser categorizados en: alteraciones articulares locales, déficits biomecánicos en el miembro inferior y errores de entrenamiento². Estos se muestran en la Tabla I:

Tabla I: Factores de riesgo de SFP²

| Factores locales articulares | Biomecánica del MI | Sobreuso |
|--|---|---|
| <p>Alteraciones en el movimiento o alineación patelar</p> <p>Debilidad del cuádriceps</p> <p>Retardo en la activación del vasto medial</p> <p>Rigidez de tejidos blandos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuádriceps • Grastronemios • Cintilla iliotibial • Isquiotibiales | <p>Disfunción de los músculos de la cadera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debilidad aductores o rotadores internos • Disminución de la resistencia de los músculos de la cadera • Descoordinación neuromuscular <p>Hiperpronación</p> <p>Alteraciones en la marcha</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aducción de cadera o rotación interna femoral excesivas • Aumento de las fuerzas de reacción del suelo • Patrón de golpeo de talón | <p>Género femenino</p> <p>Corredores amateurs</p> <p>Incremento abrupto del ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la intensidad • Incremento de la frecuencia <p>Excesivo trabajo en pendientes (sobre todo en descenso)</p> <p>Tiempo de recuperación inadecuado</p> <p>Alta distancia semanal recorrida</p> |

Para que el movimiento ocurra adecuadamente, las fuerzas que actúan sobre la rótula deben estar equilibradas. Estas fuerzas incluyen el tirón del tendón del cuádriceps, los retináculos medial y lateral, las inserciones del vasto medial (VM) y vasto lateral (VL), la cintilla iliotibial y la inserción del tendón patelar en el tubérculo de la tibia. Cuando esto no es así, la rótula se mueve de forma anormal sobre el cóndilo femoral y la inestabilidad resultante puede, en última instancia, causar un incremento del estrés compresivo sobre las facetas patelares³.

Fuerzas adicionales pueden contribuir al SFP, como puede ser una anormal rotación femoral, resultado de una alteración de la cinemática de la cadera, o variaciones en la

presión de la articulación de la rodilla. La teoría de sobrecarga articular en el SFP sugiere que un exceso de actividad puede sobrecargar la articulación femoropatelar, conduciendo a alteraciones en la homeostasis tisular, lo que genera inflamación³.

Como podemos ver, el dolor femoropatelar es de origen multifactorial^{2,3,7} y está causado por la combinación de distintas variables que se pueden agrupar en tres grandes categorías: malalineación del miembro inferior, desbalance muscular en las articulaciones de la cadera y rodilla y sobreuso. Cada uno de estas juega un importante rol en el desarrollo del SFP⁷.

En primer lugar, la malalineación es una causa estructural multifactorial y se debe a un aumento del ángulo Q en carga, genu valgum, tibia varum⁷ y en rotación interna, eversión de retropié⁶ y malalineación patelar⁷.

Por otro lado, el desbalance muscular se ha descrito como un importante contribuidor al incorrecto movimiento patelar que causa el SFP. Este desbalance incluye una pérdida de volumen y fuerza en el cuádriceps, especialmente en el VM⁷.

Otros autores han descrito la influencia de la biomecánica del tronco sobre el movimiento de la rótula: pacientes con dolor femoropatelar mostraron mayor debilidad en la abducción y rotación externa excéntricas de cadera, produciendo un incremento de la aducción y rotación interna durante los movimientos funcionales. La debilidad relativa de los glúteos medio y mayor en pacientes con dolor femoropatelar incrementa la carga ipsilateral, sometiendo al paciente a mayores fuerzas externas en los planos sagital y trasversal. Este desbalance dinámico da lugar a una mayor demanda del cuádriceps lo que genera mayor compresión de la articulación femoropatelar, exacerbando la alteración en la dinámica patelar y acelerando los cambios osteoartrosicos en dicha articulación⁷.

La relación entre la estructura y la biomecánica no se conoce todavía. Es posible que anomalías estructurales unidas a alteraciones biomecánicas favorezcan la aparición del SFP. Por otro lado, la alteración de la biomecánica con una alineación normal no produciría SFP⁶.

A estas dos hay que añadir el sobreuso de la articulación. Este es un importante factor desencadenante, ya que como muchos estudios epidemiológicos muestran, la prevalencia más alta de SFP es en adultos jóvenes y activos. Además, en un estudio hecho sobre militares, se vio que la alta incidencia de SFP en este sector aumentaba

durante el curso de entrenamiento estándar militar, lo que muestra la fuerte relación de esta patología con los niveles de actividad⁷.

Existe también evidencia limitada de que la variación en estructuras locales como la grasa de Hoffa, el incremento del contenido acuoso del hueso patelar subcondral y lesiones de médula ósea, pueden influir en la nocicepción⁶.

3.1.4. Diagnóstico y evaluación

El diagnóstico del SFP es un diagnóstico fundamentalmente clínico, basado en la exclusión de otras posibles causas que puedan estar generando el dolor^{3,7}, como pueden ser las anomalías patológicas intraarticulares, síndrome de la plica, enfermedad de Osgood-Schlatter, neuromas y otras causas extrañas⁷.

Este diagnóstico clínico está principalmente basado en síntomas de dolor en la cara anterior de la rodilla agravados con actividades de carga femoropatelar, como puede ser subir escaleras, correr, trekking, hacer squats o levantarse desde la posición de sedestación, saltar, saltar sobre una pierna, sedestación prolongada y estar de rodillas^{2,3,4,5}. El dolor es raro que se presente durante actividades que no supongan carga a la articulación (dormir, descansar...)³.

Su aparición suele ser espontánea e insidiosa, sin ningún claro factor desencadenante², aunque ocasionalmente se puede incluir algún evento traumático³.

A parte del dolor, los pacientes pueden describir otros síntomas como crépito femoropatelar, rigidez articular de la rodilla⁴, hinchazón², sensación de bloqueo³, dificultad en las actividades de la vida diaria, restricción en la actividad física y pobre calidad de vida⁴.

Por todo ello, es primordial para el diagnóstico del SFP realizar una buena historia clínica, poniendo atención en la aparición de los síntomas, su localización y los factores agravantes, así como estar atentos a los posibles factores de riesgo. Particularmente se debería analizar la práctica deportiva, que puede producir sobrecargas repetitivas sobre la articulación femoropatelar².

Para precisar la localización del dolor del paciente, excluir diagnósticos alternativos e identificar factores físicos predisponentes al desarrollo del SFP se utilizará el examen físico, que incluye inspección estática y dinámica, test funcionales y test palpatorios². La combinación de varios hallazgos es el aspecto más predictivo para nuestro

diagnóstico³, ya que no hay ningún test clínico definitivo para diagnosticar esta patología⁴.

Tabla II: Examen físico del dolor femoropatelar

| Examen físico del dolor femoropatelar | | |
|---------------------------------------|---------------------|---|
| Bipedestación | Inspección estática | Genu valgum/varum Rótula medializada Pronación excesiva Laxitud articular generalizada |
| | Test dinámicos | Squat monopodal valgo de rodilla exagerado o excesiva rotación interna femoral. Aterrizaje: valgo exagerado o excesiva rotación interna femoral. Biomecánica de la marcha alterada: excesiva aducción e cadera, pronación temprana, ritmo de paso disminuido, aumento del pico de la fuerza de reacción del suelo |
| Sedestación | Tests | Signo J positivo: la rótula se desplaza lateralmente durante la extensión de rodilla, creando una forma de "J" invertida. |
| Supino | Inspección | Ausencia de marcada inflamación, eritema o calor Atrofia del VM y/o cuádriceps Activación tardía del VM con respecto al VL |
| | Palpación | Dolor a la palpación del retináculo lateral |
| | Tests | Desplazamiento lateral de la rótula <0,5cm Angulación lateral: el borde superomedial de la rótula está más alto que el superolateral Movilidad de la rótula alterada: movilidad medial limitada o excesiva mediolateral. Acortamiento muscular: ángulo poplíteo, test de Ober, test de Ely y estiramiento gastronemios |

Otras características asociadas al dolor femoropatelar son las alteraciones morfológicas femoropatelares, patrones de movimiento del miembro inferior alterados (mayor aducción y rotación interna de cadera) y debilidad muscular (cuádriceps, aducción y rotación interna de cadera). Estas alteraciones son difíciles de medir en la

rutina clínica general, por lo que se requerirían resonancias magnéticas (RMN), dinamómetros o sistemas de análisis del movimiento⁴.

Teniendo esto en cuenta, y debido a que el diagnóstico del SFP es clínico², las pruebas de imagen no están recomendadas en una valoración inicial; sin embargo, la RMN puede servir de ayuda para identificar una patología relacionada con el cartílago, ligamento o cambios en el espacio articular³. Por ello constituye el estudio de primera línea para evaluar el dolor de rodilla, ya que en caso de SFP sirve para excluir diagnósticos alternativos^{2,4}.

3.1.5. Tratamiento y fisioterapia

En la mayoría de los casos de SFP las intervenciones quirúrgicas no están recomendadas. Solo se considerará en pacientes que no hayan reaccionado bien al tratamiento conservador después de 6-12 meses. Las intervenciones quirúrgicas solo se justificarán en caso de anomalías claramente definidas, donde la operación sea específicamente beneficiosa⁷.

Es por esto que el tratamiento conservador es el tratamiento principal en el SFP⁷. El tratamiento inicial debería incluir cambios en la actividad, analgésicos (antiinflamatorios no esteroides) y otras modalidades para controlar el dolor agudo. Además, es esencial un programa de rehabilitación completo e individualizado, específico para cada individuo, basado en los factores de riesgo que presenta y los hallazgos encontrados en el examen físico. En la Tabla III se muestran las intervenciones conservadoras recomendadas en función del factor de riesgo que presente el paciente².

Tabla III: Estrategias de tratamiento conservador en SFP²

| Estrategias de tratamiento conservador en SFP | | |
|--|---|---------------------------------|
| Factor de riesgo | Signo relacionado | Tratamiento |
| Debilidad cuádriceps | Atrofia muscular Debilidad a la extensión de rodilla | Fortalecimiento cuádriceps |
| Activación tardía del VM | Retardo en la contracción del VM | Biofeedback |
| Malposición patelar | Rótula alta Angulación lateral | Vendaje Férula de contención |

| Desplazamiento lateral | |
|--|---|
| Acortamiento de tejidos blandos | Acortamiento cuádriceps, isquiotibiales y/o gastronemios Test de Ober positivo |
| Debilidad de los músculos de la cadera | Debilidad aductores de cadera Valgo dinámico, excesiva ADD o caída excesiva de la pelvis contralateral con squat monopodal |
| Malposición del pie | Hiperpronación Órtesis |
| Alteraciones de la marcha | Excesiva aducción de cadera ipsilateral Excesiva caída contralateral de la pelvis Fuerte golpeo de talón |
| Errores de entrenamiento | Aumento en la intensidad de entrenamiento o tiempo de recuperación insuficiente Reposo relativo Corrección de errores de entrenamiento Educación del pacientes |

Como se puede observar, el abanico de herramientas no quirúrgicas es muy amplio e incluye gran variedad de técnicas. Los vendajes y férulas de contención de la rótula, así como el tratamiento farmacológico y el ultrasonido, son opciones de tratamiento en controversia en la literatura y no universalmente aceptadas⁷, sin embargo la Fisioterapia ha mostrado su eficacia en numerosas revisiones sistemáticas y metaanálisis, ya que constituye la ruta de tratamiento inicial más ampliamente aceptada en SFP^{4,7}. De todas formas, no hay un consenso sobre qué tipo de técnicas serían las más efectivas, ni existen protocolos de tratamiento específicos^{3,7}.

A pesar de ello, en un ensayo clínico aleatorizado de alta calidad, el ejercicio físico pautado por un fisioterapeuta para el fortalecimiento de cuádriceps y de la cadera durante 6 semanas redujo de manera significativa el dolor, y mejoró los ratios de funcionalidad y recuperación en comparación al grupo control. Otra revisión sistemática dice que la Fisioterapia multimodal (fortalecimiento, reentrenamiento del movimiento, taping patelar y movilización) conduce a mejoras significativas estadísticas y clínicas en comparación a falsas intervenciones⁴.

El manejo del peso también es un factor importante en el tratamiento del SFP, ya que como se ha mencionado antes un aumento del mismo podría incrementar todavía más la carga sobre la articulación femoropatelar⁴.

Otro factor a tener en cuenta también es que los ratios de recuperación de los pacientes son mejores cuando el diagnóstico y el comienzo del tratamiento son tempranos en cuanto al proceso de la enfermedad. Un tardío diagnóstico retrasa también el tratamiento y conduce a un trascurso más crónico y debilitante del dolor femoropatelar^{4,7}. De todas formas, no hay todavía suficiente evidencia para predecir qué pacientes son más propensos a responder al tratamiento⁴.

A pesar de que las intervenciones fisioterápicas hayan mostrado su efectividad en comparación a falsos tratamientos los resultados del tratamiento pueden ser decepcionantes en un porcentaje de pacientes⁶, ya que un elevado número de ellos refiere síntomas persistentes y dolor crónico después de un periodo largo de intervención^{2,5,6}. Esta variabilidad en los resultados del tratamiento puede deberse a que los factores subyacentes que contribuyen a desarrollar el SFP no han sido identificados o a que no son los mismos para todos los pacientes⁶.

3.1.6. Implicación la musculatura que estudio

El complejo muscular del cuádriceps constituye una estructura que influye de manera importante en la articulación femoropatelar, por lo que se ha relacionado siempre con el SFP.

La literatura ha hablado siempre de una debilidad en el mismo, especialmente del VM y de un retraso en su activación. Esto se produce especialmente en las fibras que se insertan más distal y horizontalmente en la rótula, constituidas para dar estabilidad dinámica medial a la patela., ya que un déficit en las mismas provocaría un desbalance entre las fuerzas laterales y mediales que actúan sobre la rótula, en beneficio de las primeras. Así, la rótula se movería de forma anormal sobre los cóndilos femorales incrementando el estrés compresivo sobre las facetas patelares, lo que en última instancia causaría el dolor característico de este síndrome³.

Sin embargo, actualmente la evidencia no ha demostrado que esta debilidad o alteración en los tiempos de actividad muscular sea causa o consecuencia de esta patología² y es cada vez mayor la controversia que surge respecto al tema, dado que no está claro que esta condición se produzca en todos los individuos con esta

patología, especialmente porque se trata mayormente de personas físicamente activas con una buena condición física³.

3.2. Justificación del trabajo

Por consiguiente, se ha decidido realizar este trabajo para dar respuesta a esta incógnita, ya que el SFP siempre se ha relacionado con una debilidad y una alteración en el control neuromuscular del cuádriceps, especialmente del VM, pero sin embargo, no existe evidencia científica que avale que este problema esté siempre presente y sea causa o consecuencia de esta patología.

Esto es importante conocerlo, sobre todo desde el punto de vista de la Fisioterapia, ya que los tratamientos en este síndrome están mayoritariamente orientados a un fortalecimiento de esta musculatura, por lo que un cambio en el paradigma de la concepción de la enfermedad podría suponer también un cambio en los tipos de tratamiento prevalentemente usados en el momento.

4. Objetivo

4.1. Pregunta de investigación PICO

La pregunta de investigación ha sido formulada atendiendo a sus cuatro componentes básicos mediante una sencilla nemotecnia descrita por el doctor Mark Ebell. Estos cuatro componentes de la estructura de la pregunta se resumen en el acrónimo PICO⁸.

- P: Paciente o problema: Pacientes con SFP.
- I: Intervención: medición de la actividad muscular VM y VL.
- C: Comparador (si procede): grupo control de pacientes sin la enfermedad y con características similares.
- O: Resultado (outcome): presencia o no de alteraciones en la actividad muscular del VM y el VL.

¿Existe una alteración en la actividad muscular del VM y VL en pacientes con SFP en comparación a sujetos sanos?

4.2. Objetivo principal

Determinar si existen alteraciones en la actividad muscular del VM y VL relacionados con el SFP.

4.3. Objetivos secundarios

Determinar si existen alteraciones en la amplitud de la actividad muscular del VM y VL.

Identificar posibles cambios en los tiempos de actividad muscular de los vastos, esto es, tiempos de activación y duración de la actividad, así como en el ratio de activación VM:VL.

Establecer cuáles son las pruebas de valoración y los instrumentos de medida más utilizados en los estudios de investigación para medir la actividad muscular en el VM y VL.

5. Material y métodos

5.1. Material y recursos utilizados

Para localizar la información científica necesaria sobre el tema de estudio anteriormente descrito, se realiza una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos del ámbito sanitario. Esta búsqueda fue realizada por una evaluadora en el mes de marzo de 2016.

Se analizaron dos tipos de bases de datos, en primer lugar se llevó a cabo una búsqueda en bases de datos especializadas en revisiones sistemáticas (Cochrane), para comprobar que no hubiese ninguna revisión reciente que diese respuesta al interrogante de investigación planteado, y posteriormente, una búsqueda en bases de datos de ámbito general para la recopilación de estudios para realizar la revisión. Las bases de datos empleadas en esta segunda búsqueda fueron: Pubmed, PEDro, Scopus y EBSCO (CINAHL y Sport Discus).

5.2. Criterios de selección

5.2.1. Criterios de inclusión de artículos

- Tipo de estudios: estudios de casos y controles, estudios de cohortes o ensayos clínicos
- Idioma español, inglés, portugués o italiano
- Artículos publicados en los últimos cinco años
- Estudios realizados en humanos
- Participantes con diagnóstico de SFP
- Artículos cuya temática esté relacionada con el objeto de estudio

5.2.2. Criterios de exclusión de artículos

- Artículos cuya temática no esté relacionada con el objeto de estudio
- Artículos sin acceso a texto completo de manera gratuita
- Artículos duplicados en las diferentes bases de datos
- Revisiones y estudios no completados o mal documentados

5.3. Estrategia de búsqueda

Para facilitar la búsqueda, esta se dividió en varios dos bloques:

- El primer bloque hace referencia a la enfermedad, el síndrome femoropatelar.

- En el segundo bloque se incluyen los grupos musculares de interés en el estudio, es decir, el VM y el VL.

Las palabras pertenecientes a cada bloque fueron unidas con el operador booleano OR y los dos bloques fueron unidos con el operador booleano AND.

La estrategia de búsqueda en cada base de datos, los filtros utilizados y los resultados obtenidos en cada una se muestran en la tabla IV y tabla V:

Tabla IV: Estrategia de búsqueda en bases de datos especializadas en revisiones sistemáticas

| Base de datos | Frase de búsqueda | Límites | Resultados |
|---------------|---|---------------------------------|------------|
| Cochrane | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> ("FEMOROPATELLAR SYNDROME" OR "FEMOROPATELLAR PAIN SYNDROME" OR "PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME" OR "PATELLOFEMORAL SYNDROME" OR "PATELLOFEMORAL PAIN" OR "ANTERIOR KNEE PAIN SYNDROME");TA </div> <div style="margin: 0 10px;">AND</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> ("VASTUS MEDIALIS" OR "VASTUS LATERALIS");TA </div> </div> | Fecha de publicación: 2010-2016 | 4* |

* De los 4 resultados obtenidos en Cochrane, dos no eran revisiones. Las otras dos sí lo eran, pero el objetivo del estudio no era el mismo que el del presente por lo que sí se pudo realizar la revisión.

Tabla V: Estrategia de búsqueda bases de datos de ámbito general

| Base de datos | Frase de búsqueda | Límites | Resultados |
|---------------|--|---|------------|
| Pubmed | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%;"> ("femoropatellar syndrome"[tiab] OR "femoropatellar pain syndrome"[tiab] OR "patellofemoral pain syndrome"[tiab] OR "patellofemoral syndrome"[tiab] OR "patellofemoral pain"[tiab] OR "Anterior Knee Pain Syndrome"[tiab] OR "patellofemoral pain syndrome"[Mesh]) </div> <div style="margin: 0 10px;">AND</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> ("vastus medialis"[tiab] OR "vastus lateralis"[tiab] OR "quadriceps muscle"[Mesh]) </div> </div> | - Artículos publicados en los últimos 5 años - Artículo en inglés, español, portugués o italiano | 71 |
| PEDro | "femoropatellar síndrome"AND ("vastus medialis" OR "vastus lateralis") | Sin límites * | 0 |
| Scopus | | - Artículos | 95 |

| | | | |
|--------------|---|--|----|
| | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> (TITLE-ABS-KEY ("femoropatellar syndrome" OR "femoropatellar pain syndrome" OR "patellofemoral pain syndrome" OR "patellofemoral syndrome" OR "patellofemoral pain" OR "Anterior Knee Pain Syndrome") </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">AND</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> TITLE-ABS-KEY ("vastus medialis" OR "vastus lateralis")) </div> | publicados en los últimos 5 años - Artículo en inglés, español, portugués o italiano - Artículos publicados desde el 2010 hasta el presente - Área de búsqueda ciencias de la salud | |
| EBSco | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> ("femoropatellar syndrome" OR "femoropatellar pain syndrome" OR "patellofemoral pain syndrome" OR "patellofemoral syndrome" OR "patellofemoral pain" OR "Anterior Knee Pain Syndrome") AB </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">AND</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> ("vastus medialis" OR "vastus lateralis") TI </div> | - Artículos publicados en los últimos 5 años - Artículo en inglés, español, portugués o italiano - Búsqueda en CINAHL y Sports Discuss | 54 |

**En la base de datos PEDro, dado el bajo número de resultados, se abrió la búsqueda, con el objetivo de conseguir más resultados.*

5.4. Gestión de la bibliografía localizada

Para la gestión de la bibliografía utilizada, se usó el gestor bibliográfico online RefWorks.

RefWorks es una herramienta de gestión de citas bibliográficas que permite crear una base de datos personal importando referencias de Bases de datos en línea, revistas, etc. La información almacenada puede gestionarse y compartirse en forma de bibliografías que podrán añadir a documentos de texto en estilos profesionales⁹.

5.5. Selección de artículos

Los criterios para la selección de artículos y los resultados obtenidos en cada base de datos se muestran en el diagrama de flujo de la Figura :



Figura 1: Diagrama de flujo de selección de artículos

5.6. Variables de estudio

Las variables de estudio que se tendrán en cuenta para la evaluación de resultados serán:

- Parámetros de actividad muscular, es decir, las variables que se utilizaron en cada estudio para objetivar el estado de la actividad muscular.
 - o amplitud electromiográfica de la actividad muscular.
 - o tiempos de activación muscular de los vastos.
 - o ratio activación VM:VL.
- Pruebas de valoración utilizadas para cuantificar la actividad muscular y tareas que se le pidieron a los pacientes mientras se realizaba la medición.

5.7. Nivel de evidencia y grados de recomendación

Para la Evaluación de la calidad metodológica de los estudios se utilizó la escala *North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996*, que consta de dos partes, una primera que nos ayuda a conocer el nivel de evidencia de los artículos utilizados y una segunda para el grado de recomendación. La escala se puede consultar en *Anexos*¹⁰.

6. Resultados

El número total de artículos que proporcionó la búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro, Scopus y EBSCO (CINAHL y Sports Discuss) fue de:

- Pubmed: 71 artículos. De estos, los que cumplieron los criterios de selección fueron 12.
- PEDro: 0 artículos.
- Scopus: 95 artículos. De estos, los que cumplieron los criterios de selección fueron 2.
- EBSCO: 54 artículos. De estos, los que cumplieron los criterios de selección fueron 3.

Por lo tanto, el número total de artículos incluidos fue de 18.

6.1. Tipo de estudios

De los 17 artículos incluidos, 7 eran estudios descriptivos, concretamente estudios transversales^{11,12,13,14,15,16,17}, y los 11 restantes estudios analíticos, 9 eran estudios observacionales de casos y controles^{18,19,20,21,22,23,24,25,26} y solo 1 fue experimental, un ensayo clínico²⁷.

Además, se han clasificado según *North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996*, para conocer el grado de evidencia de los mismos. Según esta clasificación, de los 17 artículos incluidos en la revisión no hubo ninguno con nivel de evidencia I, 15 presentaron un nivel de evidencia II y solo 2 obtuvieron un nivel de evidencia III.

El nivel de evidencia y el grado de recomendación de cada artículo se muestran en la Tabla VI.

Tabla VI Escala de valoración del nivel de evidencia North England Evidence Based Guideline Development Project 1996

| Autor y Año | Nivel de evidencia | Grado de recomendación |
|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Aminaka et al ²¹ | II | B |
| Batista et al ²⁷ | II | B |
| Bley et al ¹⁴ | II | B |
| Bolglia et al ¹⁷ | II | B |

| | | |
|--|-----|---|
| Botanlioglu et al ²⁵ | II | B |
| Briani et al ¹⁰ | II | B |
| Chen et al ²⁶ | II | B |
| Cowan et al ¹² | II | B |
| Deiter et al ²² | II | B |
| Elton et al ¹¹ | III | C |
| Miao et al ¹³ | II | B |
| Pal et al ¹⁶ | II | B |
| Pal et al ¹⁸ | II | B |
| Pattyn et al ²³ | II | B |
| Pattyn et al ²⁴ | II | B |
| Ribeiro et al ¹⁹ | II | B |
| Toumi et al ¹⁵ | III | C |

6.2. Participantes

En total, en los 17 estudios participaron 765 sujetos, 255 hombres y 476 mujeres (en un artículo con una muestra de 54 sujetos no se especifica el sexo mismos). De estos, 476 fueron pacientes con SFP (175 hombres y 272 mujeres y 39 que no se especifica el sexo) y 289 sujetos control asintomáticos (75 hombres y 198 mujeres y 15 que no se especifica el sexo).

4 de los 17 estudios utilizaron solo sujetos mujeres^{14,19,20,27}, mientras que solo 1 utilizó solo sujetos hombres¹⁶, en el resto de artículos los grupos fueron mixtos, y participaron tanto mujeres como hombres.

Las edades oscilaron entre los 17 y los 38 años, a excepción de un artículo, que incluyó sujetos de hasta 57 años²². Las edades, alturas y pesos medios en cada estudio se muestran en la Tabla VIII:

Tabla VII Tabla edad, altura y peso de los sujetos de los estudios

| | Edad (años) | | Altura (cm) | | Peso (kg) | |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|-----------|--------------|-------------|
| | SFP | Control | SFP | Control | SFP | Control |
| Aminaka et al ²¹ | 21.45±3.9 | 21.35 ± 3.76 | 169.96±10.47 | 172± 9.24 | 71.30± 14.50 | 69.68± 9.78 |
| Batista et al ²⁷ | 20.2±3.0 | 21.3±3.4 | 160±4 | 160±6 | 53.14±3.46 | 53.42±3.65 |
| Bley et al ¹⁴ | 23.5±2.1 | 23.1±23. | 165±7 | 162±6 | 55.3±4.8 | 55.9±7.1 |

| | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | | 3 | | | | |
| Briani et al ²⁰ | IM:21.33+- 2.62 IA: 22.21+- 3.12 | 22.77+- 2.41 21.79+- 1.01 | 164+-007 165+-005 | 165+-004 166+-008 | 59.48+-8.13 63.87+- 10.81 | 61.98+-9.13 60.01+-7.10 |
| Bolglá et al ¹⁷ | 24.5 ± 3.2 | 23.9 + 2.8 | 1.7 ± 0.1 | 170 ± 001 | 63.1 ± 9.1 | 62.1 ± 8.5 |
| Botanlioglu et al ²⁵ | M: 30.8±0. | H: 28.8±2.0 M: 28.1±4.0 | - | - | - | - |
| Chen et al ²⁶ | Hombres: 26.7 +- 4.8 Mujeres: 28.8 ± 7.4 | - | 172.5 ± 6.5 157.5 ± 3.4 | - | 69.6 ± 4.7 57.6 ± 6.8 | - |
| Cowan et al ¹² | 27.0 ± 8. | 23.6 +- 4. | 171.1 ± 9.3 | 169.8 ± 11.9 | 69.1 ± 15.9 | 64.6 ± 10.9 |
| Dieter et al ²² | 20-57 | | 184 ± 8 | 174 ± 10 | 89.8 ± 9.4 | 71.9 ± 16.5 |
| Elton et al ¹¹ | Mujeres 31,6±3.9 Hombres 29.1±6.3 | | 169±5.2 | | 65±3 | |
| Miao et al ¹³ | 31.30 ± 6.87 | 28.70 ± 5.84 | 165.23 ± 9.30 | 164.50 ± 8.46 | 60.60 ± 12.49 | 59.03 ± 10.74 |
| Pattyn et al ²³ | 25±7.4 | 21.6±4.5 | 173.4±9.9 | 166.7±13. 0 | 68.4±13.6 | 66.7±13.0 |
| Pattyn et al ²⁴ | 25.0 ± 7.4 | 21.6 ± 4.5 | 173.4±9.9 | 173.1+10 | 68.9±13.6 | 66.7±13.0 |
| Pal et al ¹⁶ | 28,4±3.8 | 30.9±5.8 | 1.72±0.09 | 173±009 | 65.3±8.8 | 67.7±11.4 |
| Pal et al ¹⁸ | 28.9 +- 4.6 | 28.2 ± 3.9 | 172 ± 9 | 171 +- 9 | 65.2 ± 8.8 | 66.5 ± 12.3 |
| Ribeiro et al ¹⁹ | 22.52 +-3.94 | | - | | - | |
| Toumi et al ¹⁵ | 29 ± 7 | - | 176 ± 14 | - | 82 ± 19 | - |

6.3. Criterios de inclusión o diagnóstico de pacientes con SFP

De los 17 artículos incluidos en la revisión, 14 establecieron como criterio de diagnóstico de SFP la manifestación de dolor en al menos dos actividades presentes en una serie. Estas eran: sedestación prolongada, subir/bajar escaleras, correr, sentadillas^{11,12,13,14,16,18,19,20,21,23,24,25,26,27}, de rodillas^{11,12,13,14,16,18,19,20,23,24,25,26,27}, saltando^{11,12,13,14,20,25,26}, saltando sobre una pierna^{11,12,20,25,26}. Además de estas, 3 artículos incluyeron dolor al hacer una contracción isométrica de cuádriceps con la rodilla en extensión^{16,18,27}; 1 al subir/bajas cuestras²¹; y otro al caminar²⁵.

Por otro lado, 5 artículos incluyeron también la presencia de dos o más signos clínicos de una lista dada. Para Paixão Batista et al²⁷ fue la siguiente: un aumento del ángulo Q, rotación externa tibial, pronación talar excesiva, sensibilidad a la palpación de las facetas patelares, malalineación de la rótula de la rótula. Ribeiro et al¹⁹ añadieron a esta lista la retracción del tracto iliotibial, a crepitación patelar, el signo de la bayoneta o una hipo/hipermovilidad rotuliana. Briani et al²⁰ utilizaron sin embargo el signo de Clarke, test de McConnell, Noble compression, test deWaldron y dolor patelar a la palpación. Por otro lado, Miao et al¹³ y Pattyn et al²⁵ usaron el dolor a la compresión patelar con la pierna en extensión o con un isométrico de cuádriceps en ligera flexión, dolor a la palpación de las facetas patelares y dolor a la extensión resistida de rodilla.

A esta lista, 2 estudios^{19,20} añadieron también que los pacientes debían sentir dolor a la palpación rotuliana.

Además, 8 de los 17 artículos establecieron una duración mínima del periodo sintomatológico para incluir a los pacientes en sus estudios. Esta fue de 1^{19,20}, 2^{11,19}, 3^{13,14,24} y 6²¹ meses. Otros 8 reflejaron también una intensidad mínima de dolor para la selección de sujetos. Esta fue de 3 sobre 10 en la escala VAS en 7 estudios^{11,14,16,18,20,25} y 6/10 en otros 2^{15,25}.

Por último, 4 estudios^{12,13,20,26} establecieron también que el inicio de los síntomas debía ser insidioso.

6.4. Parámetros de actividad muscular

De los 17 artículos incluidos en la revisión, 8 midieron la actividad electromiográfica (EMG) del VM y VL^{12,13,16,17,18,21,22,27}, esto es, la amplitud y los tiempos de actividad muscular. Entre estos, 5 han incluido también la actividad muscular de otros músculos: el recto femoral^{15,27}, el glúteo mayor¹⁹, el glúteo medio^{17,19,21} y del aductor largo²¹.

Dentro de los estudios que han medido la actividad EMG de estos músculos, 4 han analizado solo los tiempos de activación muscular^{11,16,20,26}. En el trabajo de Bley et al¹⁴, analizan también los tiempos de activación del glúteo mayor, glúteo medio y bíceps femoral, pero no el del VM.

Además, en 2 de los trabajos se analiza el ratio de activación VM:VL^{15,27}.

Todas estas mediciones de la actividad eléctrica muscular se hacen con un aparato de EMG con electrodos que van adheridos a la piel.

Por otro lado, la cinemática en el plano sagital de la articulación de la rodilla se analiza en 3 estudios^{12,21,22}, mientras que la cinemática de todo el MI se examina en otros 2 trabajos^{14,16}. Esto se hace en un estudio de análisis del movimiento, con un sistema de cámaras que recoge las posiciones en el tiempo de un conjunto de marcadores reflectantes colocados sobre la superficie corporal del paciente. Con este sistema hay también otro estudio¹⁸ que mide los parámetros espacio-temporales de la marcha (velocidad, largo, cadencia).

Así mismo, 5 artículos utilizan la RMN como método de medición para ver la angulación y lateralización de la rótula^{15,18,19} y el tiempo de relajación trasversal del cuádriceps²⁴, y su área trasversal²³.

Por último, 2 de los 17 artículos valoran la actividad muscular mediante ecografía. Concretamente, Botanlioglu et al²⁵ valoran la capacidad de contracción (CC) y ratio de contracción (CR) del VM y VL y Chen et al²⁶ el movimiento patelar.

6.5. Pruebas de valoración y formas de medición de la actividad muscular

Casi todos los estudios tenían como objetivo ver cómo era el comportamiento muscular durante la actividad, pero cada uno lo hizo de una manera diversa.

Así, Pal et al^{16,18} utilizaron la marcha a una velocidad autoimpuesta por el paciente en 2 de sus artículos, en uno¹⁸ compararon la actividad muscular durante la marcha con la de la carrera y en otro¹⁶ con la bipedestación estática.

En 4 de los 17 artículos se realizaron las mediciones mientras los sujetos subían y bajaban escaleras, 3 lo hicieron al paso normal del paciente, a una velocidad autoimpuesta por el paciente^{12,20,21} y 1 estableció una velocidad de 96pasos/min¹⁷.

Por otro lado, Paixão Batista et al³ compararon el paso de sedestación a bipedestación con los pies descalzos, con zapatillas de deporte y tacones de 10 cm.

En su lugar, Miao et al¹³ examinaron la actividad muscular durante el semisquat bipodal y semisquat con ADD de cadera, mientras que Elton et al¹¹ examinaron la contracción refleja del cuádriceps en respuesta a perturbaciones posteroanteriores de rodilla en bipedestación, puntillas y talones estáticos; y la contracción voluntaria al realizar squats, puntillas y talones.

Las contracciones isométricas del cuádriceps para medir la actividad muscular se utilizaron en 4 de los 17 artículos^{15,19,25}. Ribeiro et al⁵ midieron las contracciones isométricas del cuádriceps en varios grados de flexión de rodilla en cadena cinética abierta (CCA); mientras que Bley et al²⁶, la midieron a 60° de flexión de rodilla; y Toumi et al¹⁵ y Huseyin Botanlioglu et al¹³ valoraron la contracción isométrica en la extensión de rodilla. Los primeros la compararon con la contracción del mismo durante un squat y los segundos con una posición de 30° de ABD de cadera en lugar de neutra.

Por último, Deiter et al²² seleccionaron una prueba de pedalada en bicicleta indoor a una carga de trabajo de 14 puntos en la escala Borg.

Las RMN realizadas en los diferentes estudios^{18,19,23,24} se realizan en decúbito supino con el cuádriceps relajado. Pattyn et al²⁴ comparan la situación en reposo y en fatiga. Sin embargo, Pal et al¹⁶ realizaron la medición en un escáner abierto, lo que permitió hacer la medición en carga.

Por último, Chen et al²⁶ estimulan eléctricamente en punto motor del VM y del VL hasta producir movimiento patelar visible mediante ecografía.

En lo que respecta a instrumentos de medida, 14 de los 17 artículos utilizaron la EMG para cuantificar los tiempos y el grado de actividad muscular^{11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,26,27}, 2 estudios utilizaron la RMN^{24,23} y solo uno la ecografía²⁵.

6.6. Resultados

De los 17 artículos, 4 establecen que hay un retardo en la activación del VM con respecto al VL^{11,12,14,27}, pero dos de ellos no obtienen resultados estadísticamente significativos^{3,14}; mientras que otros 4^{15,16,18,19} dicen que este retraso solo se produce en casos determinados como en individuos con SFP con una alteración de la posición patelar¹⁶ o sujetos con una actividad física intensa²⁰ y 4 de los estudios establecen que no existen alteraciones en los patrones de reclutamiento muscular^{17,21,22,24}.

Por otro lado, 2 de estos artículos^{21,22} establecen que el tiempo de actividad del VM es menor al del VL.

En cuanto a la cantidad de actividad, entendida como amplitud, 5 de los 17 estudios encuentran una mayor actividad del VL en relación al VM^{13,14,19,25,27}, pero en uno de ellos este resultado no es estadísticamente significativo.

Por último, 3 de los trabajos miden también la fuerza muscular en estos pacientes y obtienen resultados diversos. Toumi et al¹⁵ establecen que las pérdidas de fuerza no están presentes en todos los pacientes ni en todas las tareas, Bolgia et al¹⁷ observan un déficit de fuerza muscular, pero sin embargo este no es estadístico y Pattyn et al²³ afirman la existencia de una atrofia del VM y una pérdida de volumen transversal del cuádriceps en general.

Las características de todos los estudios se recogen en la Tabla VIII

Tabla VIII: Características de los estudios

| Año y Autor | Tipo artículo | Variables de estudio | Pruebas de valoración | Muestra | Resultados y Conclusiones |
|---------------------------------|------------------------------|---|---|--|--|
| 2011, Elton et al ¹¹ | Estudio transversal | Tiempos de activación EMG del VM y VL | Contracción refleja cuádriceps en respuesta a perturbaciones de rodilla en bipedestación, puntillas y talones estáticos y durante contracciones voluntarias (squats, puntillas y talones) | 23 sujetos (11 mujeres y 12 hombres) con diagnóstico de SFP unilateral reclutados de un club de corredores local. | <p>Activación EMG tardía VM en relación al VL en tareas voluntarias (sobre todo en los talones y también en las puntillas). Activación temprana VM en test de perturbación.</p> <p>Posibles beneficios de actividades de perturbación para la facilitación de la activación del VM. Su uso en rehabilitación necesita más investigación.</p> |
| 2011 Pal et al ¹⁸ | Estudio de casos y controles | <p>Angulación y lateralización patelar</p> <p>Señal EMG VM y VL con el músculo en relajación, en contracción isométrica máxima y durante la fase de balanceo de la marcha</p> <p>Cinemática 3D MI.</p> <p>Fuerzas reacción suelo</p> <p>Parámetros espacio-temporales marcha (velocidad, longitud y cadencia)</p> | <p>Caminar y correr a una velocidad autoimpuesta por el paciente (velocidad media marcha 1.50 +/- 0.16 m/s y velocidad media carrera +/- 0.27 m/s)</p> | <p>55 participantes: 15 (7 hombres y 8 mujeres) sanos y 40 con SFP reclutados de Clínicas ortopédicas y centros de medicina deportiva de la universidad.</p> <p>Diagnóstico médico deportivo</p> | <p>En todos los sujetos: angulación patelar 4° > en mujeres. En grupo control: 6° > en mujeres.</p> <p>Parámetros malalineación patelar alterado: 11° de angulación y 68,1% de lateralización (hombres) y 13,5° y 72,3% (mujeres).</p> <p>15/40 pacientes SFP con malalineación patelar: 7 (4 hombres y 3 mujeres) con una condición y 8 (4 hombres y 4 mujeres) con las dos.</p> <p>No relación medidas del malposicionamiento patelar y retraso activación VM en la población total.</p> <p>Relación significativa angulación/lateralización rotuliana con el retraso activación VM en sujetos con SFP y malposicionamiento patelar.</p> <p>El entrenamiento del VM en pacientes con SFP solo tendría sentido en personas con malposición de la rótula-> importancia buena valoración antes de la intervención.</p> |

| | | | | | |
|---|---------------------|---|---|---|--|
| 2013, Batis et al²⁷ | Ensayo clínico | Actividad EMG VM, VL y recto femoral (RF) | Pasar de sedestación a bipedestación descalzas, con zapatillas de deporte y tacones de 10 cm | 10 mujeres sanas y 10 mujeres con SFP | > actividad EMG VM al sentarse y levantarse con tacones en el grupo control. En el grupo con SFP, > activación EMG y el ratio VM:VL ↓ con el uso de tacones. No diferencias significativas en EMG VM, VL y RF al sentarse y levantarse, ni en el ratio VM:VL entre grupos. Tiempos activación VM y VL en grupo con SFP >> grupo control. El uso de tacones puede incrementar la actividad EMG del VL sobre el VM en mujeres con SFP, lo que puede contribuir a un incremento del desbalance articular y un empeoramiento del SFP, por lo que este tipo de zapatos debería ser evitado en mujeres con SFP. |
| 2010 Cowan et al¹² | Estudio transversal | Lectura EMG al subir (contracción concéntrica) y bajar (contracción excéntrica) escaleras. Movimiento plano sagital del MI (sistema análisis movimiento) | Subir y bajar escaleras a su ritmo normal | 33 sujetos (11 hombres y 22 mujeres) con diagnóstico de SFP por un fisioterapeuta experimentado y 33 sujetos control sanos. | Sujetos sanos, activación EMG VM y VL simultánea. Pacientes con SFP activación VL anterior VM. Diferencia importante tiempo activación VM en relación al VL entre los dos grupos durante las dos contracciones. No diferencia entre contracción excéntrica y concéntrica en cada grupo ni efecto de interacción tareas o grupos. Hipotética relación cambios tiempos de activación muscular de los vastos y el SFP. Apoyo tratamiento fisioterápico comúnmente usado (fortalecimiento cuádriceps, sobre todo VM). |
| 2010, Ribeiro et al¹⁹ | Casos y controles | Actividad eléctrica del VM, VLL y VLO Dolor con VAS después de las contracciones | EMG: MCIV a 30 y 90° de flexión en CCA. 5 contracciones de 6s con 30s de descanso entre ellas y 2 min de descanso entre las | 24 mujeres sedentarias, 12 al grupo control y 12 pacientes con SFP | En los dos grupos > actividad eléctrica del VM y VLL con respecto al VLO. Grupo SFP: > actividad eléctrica del VLL con respecto al VM, AS > grupo control y < AC. Correlación negativa moderada-fuerte VM - AIP en pacientes con SFP |

| | | | | | |
|--|-------------------|---|---|--|--|
| | | Posición patelar con RMN: ángulo sulcus (AS), ángulo de congruencia (AC), ángulo de inclinación patelar (AIP) y desplazamiento de la rótula | contracciones en cada ángulo RMN: supino, rodilla flexionada 30° y cuádriceps relajado | | El dolor >> después de MVIC en el grupo de SFP con respecto al grupo control. El aumento de la actividad eléctrica en el VM, unido al incremento del AS y el descenso del AC, pueden ser factores que contribuyen a la inestabilidad patelar en individuos con SFP. |
| 2016, Brian i et al²⁰ | Casos y controles | Tiempos activación EMG VM y VL Dolor en el mes anterior y en el momento antes de la prueba con VAS | Subir 7 escalones a una velocidad confortable. 5 intentos | 43 mujeres con SFP y 38 mujeres sanas fueron reclutadas de la población de estudiantes con anuncios en la universidad, parques y gimnasios. 4 grupos en función del nivel de actividad física y si sufrían SFP o no: mujeres con SFP (n=26) y sanas (n=26) con un nivel moderado de actividad física y mujeres con SFP (n=17) y sanas(n=12) con un nivel alto de actividad física | Mujeres con SFP y nivel de actividad alto > retardo activación VM (4.06ms) que las mujeres sanas con el mismo nivel de actividad o menor (-14.4ms). Mujeres con SFP y actividad moderada no retraso activación VM (-2.48ms) en comparación a mujeres sanas (-9.89ms) con su mismo nivel de actividad. No diferencias tiempo de activación entre los grupos de pacientes con SFP El nivel de actividad física se correlacionó significativamente a la diferencia en los tiempos de activación en el grupo de pacientes con SFP con nivel alto de AF, y no en las pacientes con nivel moderado de AF. Nivel de actividad física ligado al dolor: > dolor fueron >nivel de AF Existe una correlación nivel actividad física - tiempo de activación muscular en mujeres con SFP que mantienen altos niveles de AF. Estos hallazgos pueden explicar por qué se han encontrado resultados controversos al mirar la activación del VM y VL. |
| 2011, Amin aka et al²¹ | Casos y controles | EMG superficial: actividad del GMed, AL y VM Sistema de análisis de movimiento: cinemática MI | Subir y bajar 4 escaleras a una velocidad autoelegida | 20 individuos con SFP y 20 individuos sanos | Duración de la activación VMO y GMed menor y activación GMed tardía, mientras que el AL se activa más pronto y tiene una duración mayor en pacientes con SFP en comparación a sujetos sanos a subir y bajar escaleras. También muestran un mayor impulso hacia la ABD durante las dos tareas. |

| | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|---|--|---|---|
| | | | | | Estos hallazgos muestran una nueva percepción de las alteraciones del control NM en personas con SFP y sugieren la utilización de ejercicios terapéuticos que mejoren la actividad del GM en relación al AL. |
| 2015, Miao et al¹³ | estudio trasversal | Actividad EMG VM y VL con electrodos de superficie: Índices EMG de dominio temporal y frecuencia | Double-leg semisquat: rodillas flexionadas 60° y tronco recto. Mantener posición 1min. Double-leg semisquat con ADD de cadera. | 30 pacientes con PFPS y 30 pacientes en el grupo control reclutados en el centro en el que trabaja el principal investigador. | Grupo control, no diferencias en la frecuencia y el tiempo de activación del VL y el VM. Grupo de estudio, dominio temporal y frecuencia VL >> VM en el squat Dominio temporal VM squat con ADD >> squat normal Debilidad del VM, que conduce a un desbalance del cuádriceps, estaba presente en pacientes con SFP. La activación selectiva del VM puede conseguirse a través de ejercicios con ADD de cadera, ya que puede ayudar al balance entre VM y VL y fortalecer selectivamente el VM en pacientes con SFP. |
| 2014, Bley et al¹⁴ | Estudio transversal | Cinemática 3D del tronco, pelvis, cadera y rodilla en un laboratorio de análisis del movimiento con un sistema de 8 cámaras con unos marcadores reflectantes adheridos a la piel. Activación muscular del GM, GMed, BF y VL con EMG de superficie VAS y AKSP previa a la realización de la prueba para medir el dolor | Propulsión en tres saltos consecutivos con una pierna, objetivo: alcanzar máxima distancia posible en cada salto) MCVI: VL sentado con 60° de flexión de rodilla, y resistencia en el tercio distal de la tibia | 40 mujeres: 20 con SFP y 20 controles sanas. Físicamente activas (al menos 20 min de ejercicio, 3 días a la semana). | Mujeres con SFP mostraron > inclinación ipsilateral, flexión de tronco, caída contralateral de la pelvis, pronación de tobillo, ADD y RI de cadera y momento supinador de tobillo y < momentos de extensión de cadera, rodilla y tobillo; > actividad del GM, GMed, BF, y VL. Los resultados de este estudio están relacionados con los patrones de movimiento anormal en mujeres con SFP. Estos son estrategias para controlar una alineación dinámica deficiente del tronco y del MI y para evitar del dolor FP La mayor actividad del BF y del VL y el patrón extensor en la cadera, rodilla y tobillo encontrados en mujeres con SFP puede contribuir a incrementar el estrés FP. |
| 2014, | Casos | Datos cinemáticos del plano | Prueba de pedalada: | 17 ciclistas de entre 20- | Grupo con SFP: Tiempo de activación del ST y |

| | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|---|--|
| <p>Deite r et al 22</p> | <p>y contro les</p> | <p>sagital con electrogoniómetro.</p> <p>Actividad eléctrica VM, VL, ST y BF con EMG superficial</p> <p>Cadencia con ordenador de bicicleta se utilizó</p> <p>Escala de Borg para controlar la carga de trabajo</p> | <p>Con su propia bicicleta en un indoor trainer.</p> <p>10 minutos de calentamiento y 10 min de prueba, a una carga de trabajo de 14 en la escala de Borg.</p> | <p>57 años voluntarios, reclutados de la comunidad universitaria y comunidades colindantes a través de flyers, boca a boca y anuncios en el periódico universitario.</p> <p>2 grupos, pacientes con SFP (7) y sujetos sanos (10).</p> | <p>tiempos de relajación VL y BF tardíos y activación BF temprana.</p> <p>No diferencias significativas tiempo de activación VM - VL entre el grupo control y el experimental</p> <p>Tiempo de relajación VM y VL simultáneo grupo control; grupo experimental relajación VL 22-23ms después VM.</p> <p>No diferencias entre grupos en la angulación de rodilla en los tiempos de activación/relajación del VL o VM.</p> <p>Diferencia tiempos de activación cuádriceps no correlacionados con el SFP en esta población de ciclistas.</p> <p>Las diferencias tiempo desactivación cuádriceps no son el principal contribuidor a la alteración de la mecánica articular pero pueden ser un factor contribuidor del dolor.</p> <p>Diferencias activación BF ST entre el grupo control y el grupo con SFP + coactivación del cuádriceps -> cambios cinemática y cinética articulación FP.</p> <p>Actualmente, no se sabe si las diferencias en los patrones de activación muscular vistos en los dos grupos son causales o compensatorias del SFP. Se necesitan más investigaciones.</p> |
| <p>2013, Toum i et al¹⁵</p> | <p>Studio transv ersal</p> | <p>Dolor</p> <p>Fuerza cuádriceps</p> <p>Señal EMG superficial del VM, VL y RF</p> | <p>Cada ejercicio se repitió 3 veces y cada uno estaba separado 30s del otro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isométrico cuádriceps - Squat | <p>32 voluntarios hombres con dolor FP fueron reclutados del hospital universitario.</p> | <p>26 pacientes refirieron dolor al squat y 1 durante el isométrico. De estos, 20 presentaron un adelanto en la activación del VL en comparación al VM.</p> <p>Evaluación de fuerza isométrica, 6/32 pacientes déficit de fuerza de cuádriceps significativo. 11 activación débil del VM (5 déficit de fuerza cuádriceps).</p> <p>Squat, 20 pacientes debilidad activación VM, 17 dolor y 11 déficit de fuerza cuádriceps. Para 10/17</p> |

| | | | | | |
|--|-------------------|--|--|--|--|
| | | | | | que aquejaron dolor y mostraron un déficit de activación del VM, activación VM antes del dolor y 7 /17 dolor primero. En pacientes con SFP no se deben aplicar programas de fortalecimiento del VM para eliminar el dolor y reestablecer la función normal sin una valoración previa, ya que se ha visto la pérdida de fuerza del cuádriceps y la alteración en los patrones de activación del VM no está siempre presente. Por eso, los mecanismos que subyacen a los déficits del cuádriceps se deben evaluar siempre. |
| 2013, Patten et al ²⁴ | Casos y controles | Relajación transversal (T2) y T2 shift para los vastos. Nivel de actividad según el cuestionario Baecke | RMN de cuádriceps antes y después de realizar squats. | 46 pacientes con diagnóstico de SFP y 30 sujetos controles sanos | No diferencias significativas en T2 en reposo y en movimiento entre los grupos, excepto para el valor T2 en movimiento del VMVI en mujeres. T2 en movimiento del VL << T2 en movimiento del VMVI en ambos grupos de estudio. En mujeres T2 en movimiento VM << T2 en movimiento del VMVI. Pacientes con SFP no patrón de reclutamiento alterado del cuádriceps en comparación al grupo control. Los vastos musculares no se activaron de igual forma durante el squat, pero esta diferencia también estaba presente en el grupo control. Más investigación es necesaria para clarificar el patrón de reclutamiento muscular del cuádriceps y su implicación clínica en el SFP. |
| 2013, Botnoglou et al ²⁵ | Casos y controles | Capacidad de contracción (CC) Ratio de contracción (CR) | Isométrico cuádriceps en posición de flexión de 90° de cadera y extensión de rodilla en posición neutra de cadera y con 30° de ABD de cadera | 22 voluntarios sanos, 11 hombres y 11 pacientes mujeres con dolor anterior de rodilla. | Los principales valores de elasticidad en la CC para el VL y el VM hombres sanos > mujeres sanas. Diferencia no significativa, las mujeres usarían sus músculos como los hombres. Estos valores tampoco difirieron significativamente en las pacientes con SFP para el VL pero sí para el VM. La diferencia en RC no fue estadísticamente |

| | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|---|--|---|---|
| | | | | | significativa entre el MI sintomático y el no sintomático en ningún grupo de pacientes. El RC para el VL en mujeres con SFP no fue significativamente diferente al de las mujeres del grupo control, sin embargo el del VM, fue significativamente menor al comparar las mujeres con SFP con mujeres sanas. Debilidad VM significativa en pacientes con SFP utilizando ecografía-> datos cuantitativos para el diagnóstico de la debilidad muscular. |
| 2012, Chen et al ²⁶ | Casos y controles | Retardo EMG: tiempo desde la estimulación EMG hasta que se produce el movimiento de la rótula. | Estimulación eléctrica VM y VL en punto motor hasta producir un movimiento patelar visible mediante ecografía. Intensidad necesaria 25-30 mA | 26 individuos con SFP, 5 hombres y 21 mujeres y 26 voluntarios sanos de edad y sexo similar. | Retardo EMG del VM fue más largo y retardo EMG del VL fue más corta el grupo de pacientes con SFP. Esta diferencia no se produjo en el grupo control. Este retraso se debe a las propiedades mecánicas VM alteradas en estos pacientes. Más investigación se necesita para saber si estos resultados pueden ser mejorados o revertidos con el entrenamiento. |
| 2012, Pal et al ¹⁶ | Estudio transversal | Anterior Knee Pain Score: síntomas subjetivos y las limitaciones funcionales. RMN en carga: medidas de movimiento patelar 2D, angulación de la rótula con respecto a los cóndilos y el desplazamiento lateral de la rótula Ratio activación VL:VM y retraso activación VM en relación al VL en el momento | Bipedestación Caminar a una velocidad a autoelegida | 54 sujetos, 39 sujetos con dolor FP y 15 controles sin dolor. Los sujetos se dividieron en malalineación de la rótula o no en función de las medidas obtenidas en una RMN en carga. | No se encontró correlación significativa entre el ratio de activación VM:VL y la angulación patelar (e excepción de un paciente) ni entre el ratio y el desplazamiento de la rótula en ninguno de los grupos. El ratio de activación VL:VM se correlacionó significativamente con el retraso de activación del VM solo el en grupo de SFP con malalineación patelar. No se encontró diferencia en los ratios de activación entre los controles y los pacientes ni entre los subgrupos. En resumen, solo existe relación entre la angulación patelar y el ratio de activación en sujetos con SFP con malalineación patelar, por lo que la intervención |

| | | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|---|
| | | de despegue del dedo, inicio de la fase de balanceo, definida como el principio del ciclo de la marcha. | | | clínica para tratar este desbalance podría ser efectiva en este tipo de pacientes, subrayando la importancia de una buena valoración para clasificar correctamente a los pacientes antes de tratarlos. |
| 2011 Bolgia et al¹⁷ | Estudio transversal | Amplitudes de activación muscular durante la respuesta a la carga, apoyo monopodal y preswing intervals Diferencias en el tiempo de activación muscular entre el GMed y los vastos y entre el VM y el VL al empezar a bajar las escaleras. | Subir y bajar escaleras de 20cm de altura a una velocidad de 96 pasos/min | 18 mujeres con SFP y 18 mujeres control asintomáticas | Los sujetos con SFP mostraron un 22% menos de fuerza en la ABD de cadera y un 21% menos en la RE en comparación con los controles. En la extensión de rodilla, a pesar de no haber mostrado una diferencia significativa, la fuerza era un 13% menor. > actividad EMG GM y VM durante la fase de carga y la fase de apoyo sobre una pierna al bajar escaleras. No diferencias en tiempos de activación del VM y VL La debilidad de cadera en sujetos con SFP, no se sabe todavía si es causa o consecuencia del SFP. |
| 2011, Patten et al²³ | Casos y controles | Escala Kujala: dolor y funcionalidad. RMN: Área transversal del cuádriceps y sus componentes | RMN cuádriceps en supino cómodo, piernas estiradas y relajadas después de 30 min (evitar actividad muscular residual) | 46 pacientes con SFP y 30 controles sanos | El área transversal del VM es 2cm ² más pequeña en pacientes con SFP en comparación con individuos sanos. VM es << VL, < área transversal global del cuádriceps. No se sabe si la atrofia del VM es una causa o un efecto del SFP. Se necesitan más investigaciones. |

*Abreviaturas utilizadas en la tabla: RF: recto femoral, AS: ángulo sulcus; AC: ángulo de congruencia, AIP: ángulo de inclinación patelar (AIP), MCIV: máxima contracción isométrica voluntaria, AF: actividad física, GMed: glúteo medio, AL: aductor largo, ABD: abducción; RI: rotación interna, GM: glúteo mayor; ST: semitendinoso, T2: relajación transversal, CC: Capacidad de contracción, RC: Ratio de contracción

7. Discusión

7.1. Tipos de estudio

De los 17 artículos seleccionados para realizar esta revisión, 16 fueron clasificados por los autores como estudios observacionales y solo 1 fue definido como estudio experimental²⁷. A pesar de esto, todos tenían una estructura similar y una orientación más práctica. Es decir, ninguno se limitó a observar qué sucedía en este tipo de pacientes o sus características, sino que se aplicó una prueba para comprobar cómo era la actividad muscular, y esta prueba o ejercicio puede entenderse como una intervención, ya que no se valora la actividad muscular normal o en reposo, sino que se pide una tarea y esta actividad se mide bajo los efectos de la misma.

Es cierto que no se valoran los beneficios o efectos de un tratamiento, pero el reproducir una prueba o ejercicio para realizar la medición puede entenderse como una intervención,

Por lo tanto, y bajo esta concepción, podrían clasificarse todos como estudios experimentales ya que se está valorando el efecto de una intervención o ejercicio sobre la actividad muscular.

Siguiendo este planteamiento se aplicó la escala *North of England Evidence Based Guideline Development Project 1996*, para conocer el grado de evidencia y recomendación de los diferentes estudios y se ha visto que casi todos los artículos (15 de los 17 incluidos) tienen un nivel de evidencia II/III^{12,13,14,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27}, solo 2 obtuvieron un nivel de evidencia III^{11,15}, porque no incluían grupo control; y ninguno de grado de evidencia I. Por lo que, a pesar de no incluir ningún artículo de máximo nivel, puede decirse que la calidad de la bibliografía utilizada para esta revisión y su grado de recomendación son buenos.

7.2. Participantes

Si hacemos referencia a las características de los sujetos que participaron en los estudios, podemos ver que la gran mayoría eran mujeres, 476 en total frente a 255 hombres. Esto se debe a que el SFP afecta, como ya se ha comentado en este trabajo, prevalentemente a mujeres, siendo los ratios de incidencia y prevalencia entre 2 y 3 veces mayores^{2,3}.

Lo mismo ocurre con la edad de los individuos, los rangos variaron entre los 17 y los 38 años, ya que suele aparecer en adultos jóvenes o adolescentes en periodo de crecimiento. En adultos mayores también puede aparecer, pero estos estudios han

evitado coger este grupo poblacional para evitar que cambios degenerativos y problemas artrósicos pudiesen influir en el diagnóstico y desarrollo de la enfermedad y alterar así los resultados.

A pesar de esto, uno de los artículos sí incluyó sujetos más mayores, de hasta 57 años y los resultados que se obtuvieron fueron similares a los de los demás artículos, por lo que la edad y los problemas degenerativos, podrían no ser factores tan determinantes en el trascurso del SFP.

7.3. Pruebas de valoración e instrumentos de medida más utilizadas para medir la actividad muscular en el VM y VL

A pesar de que todos los estudios tuvieran un objetivo común, que es el de valorar la actividad muscular en los vastos medial y lateral en pacientes con SFP, cada uno de ellos utilizó diferentes instrumentos de medida y pruebas de valoración para accionar esta musculatura y cuantificar su actividad.

Así, los tests de evaluación más repetidos fueron el subir y bajar escaleras^{12,16,20,21}, contracciones isométricas de cuádriceps^{14,15,19,25} y squats^{11,3,13,16}, utilizados cada uno de ellos en 4 de los 17 estudios. Además de con estos, la actividad muscular también se analizó durante la marcha^{16,18}, carrera¹⁸, tallones y puntillas¹¹, bipedestación estática¹⁶, bipedestación con perturbaciones¹¹ y durante una prueba de pedalada¹⁰.

Aun así, las pruebas que se repitieron no se realizaron de igual forma en todos los estudios. De los 4 artículos que utilizaron el test de subir y bajar escaleras, 3 lo realizaron a una velocidad elegida por el paciente^{12,20,21}, a la que él se sintiese cómodo, mientras que el último impuso una velocidad de 96pasos/min¹⁷. Dentro de los que realizaron la tarea a la velocidad elegida por el paciente, cabe también destacar que la altura, profundidad y número de escaleras era también diverso, lo que podría explicar también los resultados dispares entre cada uno de los estudios, ya que los músculos trabajarían en condiciones diferentes.

Lo mismo ocurre con los trabajos que utilizaron los squats como pruebas de valoración. Paixão Batista et al²⁷ lo realizaron pidiéndoles a las pacientes que se sentasen y levantasen de una silla, y además los probaron con los pies descalzos, con zapatillas de deporte y tacones de 10 cm, y solo encontraron alteraciones cuando las pacientes realizaban la tarea con los tacones. Por otro lado, Miao et al¹³ y Elton et al¹¹ utilizaron un semisquat, con las rodillas flexionadas 60° y tronco recto, manteniendo la posición durante un minuto y Toumi et al¹⁵ pedían llegar lo más abajo posible y volver a la posición erguida.

Los estudios que utilizaron las contracciones isométricas del cuádriceps para medir la actividad muscular^{14,15,19,25} las realizaron a angulaciones diferentes del recorrido articular: Ribeiro et al¹⁹ determinaron la actividad de los vastos a 30° y 90° de flexión de rodilla, Bley et al¹⁴ a 60° y Toumi et al¹⁵ y Botanlioglu et al²⁵ a 0°, en extensión de rodilla. Aquí cabría pensar también que no se obtendrían resultados homogéneos, ya que la activación y actividad muscular variaría en función del grado de angulación. Sin embargo, 3 de los 4 estudios encuentran un mayor grado de actividad del VL con respecto al VM, lo que nos haría pensar en una alteración de base en éste, que le impide activarse correctamente.

En resumen, no se puede decir que exista una prueba estandarizada para recoger la actividad muscular del cuádriceps o de los vastos debido a la gran variedad de tests utilizados en la literatura y que ninguno se ha repetido más que otro. Dentro de los más repetidos, se ha visto que el que obtiene los resultados más coherentes son las contracciones isométricas, aun realizándose a diferentes grados de flexión de rodilla, por lo que podría servir de prueba de referencia para futuras investigaciones.

En lo que respecta a los instrumentos de medida, sí hay más consenso a la hora de utilizar una técnica, ya que la gran mayoría de los estudios utilizaron la EMG para cuantificar los tiempos y el grado de actividad muscular^{11,3,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,26}. Sin embargo, esta no fue la única prueba utilizada, ya que en uno de los trabajos se empleó la RMN para valorar el tiempo de relación transversal¹² y otro usó la ecografía para valorar el ratio y la capacidad de contracción.

7.4. Grado de actividad muscular del VM y VL (amplitud)

Todos los estudios que han analizado el grado de actividad muscular del VM y VL^{3,13,14,19,25}, han encontrado una disminución de la amplitud EMG del VM con respecto al VL (uno de ellos no significativamente estadística³) a pesar de haber utilizado diferentes pruebas de valoración para cuantificarla así como también diferentes instrumentos de medida y haber contado con grupos poblacionales de diversas características.

Ribeiro et al⁵, Bley et al¹⁴ y Botanlioglu et al²⁵ utilizaron las contracciones isométricas pero a diferentes grados de flexión de rodilla: 30° y 90° los primeros, 60° los segundos y 0° los terceros. Lo que podría decir que existe una alteración en la actividad muscular del VM en pacientes con SFP en todo el recorrido articular de la rodilla, y no solo en los últimos grados de angulación como se creía antiguamente.

Por otro lado, Batista et al²⁷ y Miao et al¹³ utilizaron ejercicios más dinámicos, los squats, los primeros levantándose y sentándose de una silla y los segundos un semisquat hasta los 60° de flexión de rodilla; y encontraron el mismo cambio en la actividad muscular, lo que nos sugiere que las alteraciones en el reclutamiento del VM estarían presentes tanto en el reclutamiento estático y específico muscular, cuando se activa el músculo selectivamente en una contracción isométrica, como en actividades dinámicas y más funcionales, como son los squats, que reflejan la transferencia de sedestación a bipedestación y viceversa.

Además, cabe señalar la importancia de la heterogeneidad de los grupos de estudio, ya que se utilizaron muestras poblacionales de distinto tipo (hombres y/o mujeres, sedentarios/físicamente activos y pacientes de hasta 17 a 37 años) y todas llegaron a las mismas conclusiones.

Todo esto refleja una alteración en el reclutamiento de unidades motoras, que no son capaces de activarse correctamente lo que reduce la amplitud EMG durante la contracción muscular en la totalidad de pacientes con SFP. A pesar de ello, no se puede concluir que esto se deba a un déficit de fuerza del VM, ya que la señal eléctrica detectada está en función de la concentración iónica existente en el músculo²⁸ y no de la sección transversal del músculo o unidades motoras que tenga.

Sin embargo, uno de los estudios utilizó la ecografía para medir este parámetro, y éste sí se podría relacionar con una pérdida de fuerza muscular, ya que con él se puede observar la sección transversal del músculo, que en este caso está disminuida. Esto entra en relación con los resultados de 3 artículos que miden la fuerza muscular en estos. Toumi et al¹⁵ establecen que las pérdidas de fuerza no están presentes en todos los pacientes ni en todas las tareas, Bolgla et al¹⁷ observan un déficit de fuerza muscular, pero sin embargo este no es estadísticamente estadístico y Pattyn et al²³ afirman la existencia de una atrofia del VM y una pérdida de volumen transversal del cuádriceps en general. Por lo que con estos resultados no se podría concluir que existe un déficit de fuerza muscular del VM en pacientes con SFP.

7.4. Tiempos de activación muscular de los vastos y ratio de activación VM:VL

En cuanto a los estudios que analizan los tiempos de activación muscular de los vastos, no hay unanimidad y cada uno obtiene resultados diversos. Así, 4 de los 17 artículos establecen que hay un retardo en la activación del VM con respecto al VL^{15,3,12,26}, pero dos de ellos no obtienen resultados estadísticamente significativos^{26,27}, mientras que 4^{15,16,18,20} dicen que ésta solo se produce en casos determinados como

en individuos con SFP con un alteración en la posición de la rótula^{16,18} o aquellos con una actividad física intensa²⁰, y otros 4 de los estudios establecen que no existen alteraciones en los patrones de reclutamiento muscular^{12,17,21,22}. Observamos por tanto, que estos datos no son datos concluyentes, no pudiendo afirmar que haya una alteración en los tiempos de activación musculares del VM y el VL.

Esta disparidad de resultados puede deberse a la variedad de pruebas de valoración utilizadas para realizar la medición; ya que se ha visto que las propiedades de las señales EMG, así como el dominio temporal y la frecuencia²⁸, dependen en gran medida del tiempo y la intensidad de la contracción muscular y éstos serían diversos en cada una de las 10 pruebas que aparecen en los 12 estudios.

Tampoco en los ejercicios que se repiten se obtienen resultados similares. Por ejemplo, la prueba de las escaleras se utiliza en 4 de los 12 estudios y Cowan et al¹² concluyen que hay un retraso en la activación del VM con respecto al VL, Briani et al afirman que éste solo se produce en mujeres con un alto nivel de actividad física y Aminaka et al²¹ y Bolgla et al¹⁷ niegan que se produzca. Lo mismo ocurre con los 3 artículos que utilizan los squats como test de valoración, Elton et al¹¹ afirman que existe un retraso en la activación del VM, Batista et al³ también, pero no obtienen resultados estadísticamente significativos y Toumi et al¹⁵ establecen que no se produce en todos los pacientes.

En estos casos en los que las pruebas de valoración son las mismas, pero los resultados obtenidos diversos, podría pensarse que estos pudieran deberse a grupos de estudio con diferentes características, pero tampoco se han encontrado diferencias significativas entre las poblaciones analizadas, ya que los criterios de diagnóstico así como los niveles de actividad, los grupos de edad y las propiedades morfológicas, son parecidos y no muestran diferencias significativas entre los grupos de estudio.

Por otro lado, la diversidad en los resultados también podría deberse al posicionamiento de los electrodos, ya que se ha visto que la distancia entre el electrodo y la zona de actividad muscular es otro de los factores principales de los que dependen las propiedades de las señales EMG²⁸. Analizando los artículos uno por uno vemos que, 5 de ellos^{16,17,18,21,27} no especifican donde se colocan, 3 los colocan en los puntos motores musculares^{12,14,20} y 1 en el vientre muscular¹⁵. Solo 2 establecen el punto concreto en el que son colocan los electrodos^{15,24}, para ambos es el mismo y curiosamente obtienen el mismo resultado, son los dos que afirman que sí existe un retraso en la activación del VM con respecto al VL.

A pesar de ello, y como se ha dicho al principio, con estos resultados no se puede establecer que exista tal alteración en el tiempo de activación en los pacientes con SFP. No obstante, dados los indicios de un posible retardo del VM, hacen necesario la realización de nuevos estudios que empleen una misma prueba de valoración y describan una localización exacta de los electrodos para poder visualizarlo con claridad.

Por otro lado, los dos artículos que además del tiempo de activación estudian también la duración de la misma^{21,22}, establecen que a pesar de no haber diferencias en los tiempos de activación, la duración de la actividad eléctrica del VM es menor al del VL.

Esto generaría un desbalance entre la musculatura del compartimento lateral y la musculatura del compartimento medial, resultando un exceso de fuerzas laterales en la articulación femoropatelar que podrían comprimir el espacio articular lateral y aumentar la tracción externa de la rótula, incrementando así el estrés femoropatelar. Estas fuerzas sobre los tejidos blandos pueden superar el límite fisiológico, activando nociceptores en el hueso, líquido sinovial o cápsula, produciendo el dolor de esta región²².

Además, el incremento de las fuerzas laterales coloca a la rodilla en una posición de abducción que puede favorecer la activación del aductor largo (AL), y que además entre en juego para suplir el déficit de función del VM. Pero esta compensación no es la más deseable, ya que la mayor activación del AL, incrementa todavía más el momento y el impulso de abducción de la rodilla, aumentando todavía más la carga en la región lateral y, por consiguiente, el dolor²¹.

Esto entra en contradicción también con los resultados de otro estudio Miao et al¹³ que encuentran que en los squats con aducción de rodilla se incrementa la actividad del VM, pero en este caso, también se favorecería la del AL, dada la posición de la pierna, lo que causaría mayor abducción en la rodilla, produciendo mayor lateralización de la rótula y dolor, por lo que estos ejercicios comúnmente utilizados para el tratamiento del SFP provocarían más dolor y disfunción²¹.

7.5. Alteraciones en la actividad muscular del VM y VL relacionados con el SFP

El objetivo principal de este estudio era determinar si existe una alteración en la actividad muscular del VM con respecto al VL en pacientes con SFP. Para ello se han analizado las variables temporales y de intensidad o amplitud que la determinan y se ha encontrado que los tiempos de activación musculares de los vastos no están

alterados en este tipo de pacientes, pues con los resultados de los presentes estudios no se puede afirmar rotundamente que esta exista, aunque sí observamos una variación en la amplitud o intensidad de la contracción y la duración de la actividad del VM, encontrándose ambas disminuidas en personas con SFP.

Esto supondría una hipofunción de la musculatura medial lo que generaría un desbalance entre las fuerzas mediales y laterales, en beneficio de estas últimas lo que produciría un aumento de cargas en la región lateral de la articulación femoropatelar, así como de las fuerzas laterales que actúan sobre la rótula, que podrían llegar a activar los nociceptores de la zona produciendo el dolor femoropatelar.

8. Conclusiones

Existe una alteración en la actividad muscular del VM con respecto al VL relacionada con el SFP.

En estos pacientes, la amplitud o grado de actividad muscular del VM está reducido con respecto al VL, en comparación con sujetos sanos.

Además, existe una alteración en los tiempos de actividad muscular para el VM, siendo estos menores en comparación al VL. Sin embargo, no se ha demostrado un retraso en la activación del mismo y ambos vastos se accionan simultáneamente. Existe por tanto, una alteración en la ratio de activación VM:VL, estando este disminuido en estos pacientes.

En conjunto, todo esto produciría un desbalance de cargas entre los músculos mediales y laterales del muslo, generando un estrés en la región lateral de la articulación femoropatelar así como una tracción hacia fuera de la rótula, lo que alteraría su movimiento y produciría el dolor presentes en esta enfermedad.

El instrumento de medida más utilizado para cuantificar la actividad muscular es la EMG. Sin embargo, no existe prueba de valoración de referencia, ya que las pruebas utilizadas en la literatura son muy diversas y no se ha visto preferencia por ninguna. Aun así, se ha visto que las pruebas más utilizadas son el subir y bajar escaleras, los squats y las contracciones isométricas, siendo estas últimas las que mejores resultados obtienen.

9. Bibliografía

1. Cook DJ, Mulrow CD, Haynes RB. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. *Ann Intern Med.* 1997 Mar 1;126(5):376–80.
2. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral Pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics* 2016/06;27(1):31-52.
3. Rixe JA, Glick JE, Brady J, Olympia RP. A review of the management of patellofemoral pain syndrome. *Phys Sportsmed* 2013 Sep;41(3):19-28.
4. Crossley KM, Callaghan MJ, van Linschoten R. Patellofemoral pain. *BMJ* 2015;351.
5. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Does quadriceps atrophy exist in individuals with patellofemoral pain? A systematic literature review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43(11):766-776.
6. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med* 2014 Mar;48(6):411-414.
7. Rothermich MA, Glaviano NR, Li J, Hart JM. Patellofemoral pain: epidemiology, pathophysiology, and treatment options. *Clin Sports Med* 2015 Apr;34(2):313-327.
8. Ruiz Morales A, Morillo Zárata LE. *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada Internet*. 1ª Ed. ed. Bogotá: Médica Internacional; 2004.
9. Refworks. Preguntas frecuentes, ¿Qué es Refworks? [Internet]. Michigan: Cambridge Information Group, 2009. [fecha de actualización 2009; fecha de consulta 20/05/2016]. Disponible en: <https://www.refworks.com/es/faqs.asp?l=spanish#q1>
10. Eccles M, Clapp Z, Grimshaw J, Adams PC, Higgins B, Purves I, et al. North of England evidence based guidelines development project: methods of guideline development. *BMJ* 1996;312(7033):760-762.
11. Ng E, Chui M, Siu A, Yam V, Ng G. Ankle positioning and knee perturbation affect temporal recruitment of the vasti muscles in people with patellofemoral pain. *Physiotherapy* 2011;97(1):65

12. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2001 Feb;82(2):183-189.
13. Miao P, Xu Y, Pan C, Liu H, Wang C. Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskelet Disord* 2015 Oct 12;16:289-015-0736-6.
14. Bley AS, Correa JC, Dos Reis AC, Rabelo ND, Marchetti PH, Lucareli PR. Propulsion phase of the single leg triple hop test in women with patellofemoral pain syndrome: a biomechanical study. *PLoS One* 2014 May 15;9(5):e97606.
15. Toumi H, Best TM, Pinti A, Lavet C, Benhamou CL, Lespessailles E. The role of muscle strength & activation patterns in patellofemoral pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2013 Jun;28(5):544-548
16. Pal S, Besier TF, Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Beaupre GS, et al. Patellar tilt correlates with vastus lateralis: vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients. *J Orthop Res* 2012 Jun;30(6):927-933
17. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Comparison of hip and knee strength and neuromuscular activity in subjects with and without patellofemoral pain syndrome. *Int J Sports Phys Ther* 2011 Dec;6(4):285-296.
18. Pal S, Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Delp SL, Beaupre GS, et al. Patellar Maltracking Correlates With Vastus Medialis Activation Delay in Patellofemoral Pain Patients. *Am J Sports Med* 2011;39(3):590.
19. Ribeiro ACS, Grossi DB, Foerster B, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Electromyographic and magnetic resonance imaging evaluations of individuals with patellofemoral pain syndrome [Avaliação eletromiográfica e ressonância magnética do joelho de indivíduos com síndrome da dor femoropatelar]. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2010;14(3):221-228
20. Briani RV, de Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, Ferreira AS, Ferrari D, de Azevedo FM. Delayed onset of electromyographic activity of the vastus medialis relative to the vastus lateralis may be related to physical activity levels in females with patellofemoral pain. *J Electromyogr Kinesiol* 2016 Feb;26:137-142.

21. Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstrong CW, Meszaros A, Gribble PA. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. *J Electromyogr Kinesiol* 2011 Aug;21(4):645-651.
22. Dieter BP, McGowan CP, Stoll SK, Vella CA. Muscle activation patterns and patellofemoral pain in cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 2014 Apr;46(4):753-761.
23. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Vanden Bossche L, Van den Broecke W, Thijs Y, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Am J Sports Med* 2011 Jul;39(7):1450-1455.
24. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Van Tiggelen D, Witvrouw E. Muscle functional MRI to evaluate quadriceps dysfunction in patellofemoral pain. *Med Sci Sports Exerc* 2013 Jun;45(6):1023-1029.
25. Botanlioglu H, Kantarci F, Kaynak G, Unal Y, Ertan S, Aydingoz O, et al. Shear wave elastography properties of vastus lateralis and vastus medialis obliquus muscles in normal subjects and female patients with patellofemoral pain syndrome. *Skeletal Radiol* 2013 May;42(5):659-666.
26. Chen HY, Chien CC, Wu SK, Liao JJ, Jan MH. Electromechanical delay of the vastus medialis obliquus and vastus lateralis in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012 Sep;42(9):791-796.
27. Batista LdSP, de Oliveira VMA, de Souza LPL, Pitangui ACR, de Araújo RC. Influence of high-heeled shoes on the quadriceps electromyographic activity in women with and without patellofemoral pain syndrome during the sit-to-stand task. *Fisioterapia e Pesquisa* 2013;20(1):2.
28. Massó N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, Germán A. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport.* 2010; 45(165):127-136

10. Anexos

Anexo I: North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996

| North of England Evidence Based Guideline Development Project, 1996 | |
|--|--|
| Categorización de la evidencia | Grado de recomendación |
| I: Ensayos clínicos controlados, metaanálisis o revisiones sistemáticas bien diseñadas | (A) Directamente basado en la categoría I de evidencia |
| II: Estudios controlados no aleatorizados bien diseñados (cohortes, casos y controles) | (B) Directamente basado en la categoría II de evidencia o recomendación extrapolada de la categoría I de evidencia |
| III: Estudios no controlados o consenso | (C) Directamente basado en la categoría III de evidencia o recomendación extrapolada de la categoría I o II de evidencia |