



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Efectividad del reentrenamiento selectivo del vasto medial oblicuo en comparación con el fortalecimiento de cuádriceps en general en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.

Efficacy of selective retraining of vastus medialis oblique in comparison with general quadriceps strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome and patellar instability.

Efectividade do reentrenamento selectivo do vasto medial oblicuo en relación ao fortalecemento do cuádriceps en xeral en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidade rotuliana.



Facultad de Fisioterapia

Alumno: Alberto López Huertas

DNI: 47437110R

Tutor: Dña Lidia Carballo Costa

Convocatoria: Febrero 2018

ÍNDICE:

Resumen

1. Resumen.....	6
1. Resúmo.....	7
1. Abstract.....	8

Introducción

2. Introducción:.....	9
2.1. Tipo de trabajo:.....	9
2.2. Motivación personal:.....	9

Contextualización

3. Contextualización:.....	10
3.1. Antecedentes.....	10
3.1.1. Funciones de la rótula.....	10
3.1.2. Consideraciones biomecánicas: VMO Y VL.....	11
3.1.3. Síndrome femoropatelar.....	12
3.1.4. Síntomas de síndrome femoropatelar.....	12
3.1.5. Causas de dolor femoropatelar:.....	12
3.1.6. Inestabilidad rotuliana.....	15
3.2. Justificación.....	18

Objetivos

4. Objetivos.....	19
4.1. Pregunta de investigación:.....	19
4.2. Objetivos:.....	19
4.2.1 Objetivos generales:.....	19
4.2.2 Objetivos específicos:.....	19

Material y métodos

5. Material y métodos.....	20
----------------------------	----

5.1. Fecha de revisión y bases de datos.....	20
5.2. Criterios de selección.....	20
5.2.1. Criterios de inclusión:.....	20
5.2.2. Criterios de exclusión:.....	20
5.3. Estrategia de búsqueda:	21
5.4. Selección de artículos.....	22
5.5. Variables de estudio.	22

Resultados

6. Resultados.....	23
6.1. Tipo de artículo:	23
6.2. Tipo de ejercicios	24
6.2.1. Sentadilla:.....	24
6.2.2. Sling:	25
6.2.3. Leg-press:.....	25
6.2.4. Lunge:	25
6.2.5. Isométricos:	25
6.2.6. Levantamiento de la pierna recta:.....	25
6.3 Variables estudiadas.....	29
6.3.1 Activación selectiva:	29
6.3.2 Comparación entrenamiento selectivo VMO con fortalecimiento de cuádriceps en general.....	29

Discusión

7. Discusión.....	32
7.1. Activación selectiva:.....	32
Activación selectiva según el tipo de ejercicio:.....	32
7.2. Comparación del efecto del entrenamiento selectivo del VMO con el cuádriceps en general.....	37
7. 4. Limitaciones del trabajo:	39

Conclusión

8. Conclusión.	40
---------------------	----

Bibliografía

9.- Bibliografía	41
------------------------	----

Anexos

10.- ANEXOS	45
-------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de estudios según el estado de salud del sujeto.....	24
Tabla 2: Resultados en función del tipo de ejercicio en sujetos sanos.....	26
Tabla 3: Resultados en función de tipo de ejercicio en sujetos patológicos.....	28
Tabla 4: Variables de estudio en artículos que comparan reentrenamiento del VMO con fortalecimiento de cuádriceps en general.....	30
Tabla 5: Resultados de artículos que comparan reentrenamiento VMO con fortalecimiento de cuádriceps.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Recorrido de la rótula (14).....	10
Figura 2: Anatomía del cuádriceps con resección de recto femoral (15).....	11
Figura 3: Vasto medial oblicuo (16).....	11
Figura 4: Resultados del estudio de Wilson et al (17).....	13
Figura 5: Ángulo Q.....	13
Figura 6: Esquema de inserción anatómica del LFPM (27).....	16
Figura 7: Diagrama de flujo para la selección de artículos.....	22

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Síndrome femoropatelar: SFPT

Vasto medial oblicuo: VMO

Vasto lateral: VL

Vasto medial largo: VLL

Electromiografía: EMG

1. Resumen.

Introducción: el síndrome femoropatelar y la inestabilidad patelar son causa común de dolor anterior de la rodilla y déficit funcional y afecta principalmente a mujeres jóvenes. El tratamiento suele estar centrado en el reentrenamiento del vasto medial oblicuo (VMO), aun así, no está claro si es mejor que el fortalecimiento en general de cuádriceps o si se puede activar selectivamente este músculo.

Objetivos: comprobar la efectividad del reentrenamiento selectivo del vasto medial oblicuo en comparación con el fortalecimiento del cuádriceps en general en el síndrome femoropatelar y la inestabilidad rotuliana.

Material y métodos: esta revisión bibliográfica se ha realizado usando las bases de datos PubMed, PEDro, Scopus, SPORTdiscus, Cochrane y CINAHL. Se han incluido artículos entre 2007 y 2017 en castellano, inglés y portugués que tratan sobre la efectividad del reentrenamiento del VMO frente a un fortalecimiento de cuádriceps en general en pacientes con síndrome femoropatelar, luxación patelar o sujetos con historia de estas patologías y, finalmente, artículos que analizan los cambios producidos en la actividad y/o ratio de vasto medial oblicuo (VMO) y vasto lateral (VL) en diferentes ejercicios en sujetos sanos y patológicos.

Resultados: se incluyen 20 estudios, 12 con una muestra formada por sujetos sanos y 8 formada por sujetos con patología. Dentro de estos estudios, 11 son ensayos no controlados, 1 es un ensayo controlado, 3 son ensayos controlados aleatorizados, 1 es un estudio transversal, 3 son ensayos cruzados y 1 es un ensayo cruzado aleatorizado.

Conclusiones: No se puede concluir que el reentrenamiento o los ejercicios centrados en la activación del VMO sean más efectivos que un programa de fortalecimiento de cuádriceps en general.

Palabras clave: Síndrome femoropatelar, inestabilidad rotuliana, vasto medial oblicuo, vasto lateral, ejercicio.

1. Resumo.

Introdución: a síndrome femoropatelar e a inestabilidade patelar son causa común de dor anterior de xeonllo e déficit funcional, afectando principalmente a mulleres novas. O tratamento soe estar centrado no reentrenamento do vasto medial oblicuo, inda así, non está claro se é mellor que o fortalecemento xeral do cuádriceps ou se se pode activar selectivamente este músculo.

Obxectivos: comprobar a efectividade do reentrenamento selectivo do vasto medial oblicuo en relación ao fortalecemento do cuádriceps en xeral na síndrome femoropatelar e inestabilidade rotuliana.

Material e métodos: esta revisión bibliográfica realizouse usando as bases de datos PubMed, PEDro, Scopus, SPORTdiscus, Cochrane e CINAHL. Estudos en castelán, inglés e portugués que tratan sobre a efectividade do reentrenamento do vasto medial oblicuo fronte ao fortalecemento do cuádriceps en xeral en pacientes con síndrome femoropatelar, inestabilidade patelar ou suxeitos con historia destas patoloxías e, finalmente, estudos que analicen os cambios producidos na actividade e/ou ratio de VMO y VL en diferentes exercicios en suxeitos sans y patolóxicos.

Resultados: inclúense 20 estudos, 12 estudan a suxeitos sanos e 8 a suxeitos patolóxicos. Dentro dos estudos, 11 son ensaios no controlados, 1 é un ensaio controlado, 3 son ensaios controlados aleatorizados, 1 é un estudo transversal, 3 son ensaios cruzados e 1 es un ensaio cruzado aleatorizado.

Conclusións: non se pode concluir que o reentrenamento ou os exercicios centrados na activación do VMO sexan máis efectivos que un programa de fortalecemento de cuádriceps en xeral.

Palabras clave: síndrome femoropatelar, inestabilidade rotuliana, vasto medial oblicuo, vasto lateral, exercicio.

1. Abstract.

Background: Patellofemoral pain syndrome and patellar instability are a common cause of anterior knee pain and functional deficit and they mainly affect young women. The treatment is usually focused on the selective retraining of the vastus medialis oblique, although it is not clear if this is better than general strengthening of the quadriceps nor if you can activate selectively this muscle.

Objective: to check the efficacy of selective strengthening of vastus medialis oblique in comparison with general quadriceps strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome and patellar instability.

Methods: This review has been done using PubMed, PEDro, Scopus, SPORTdiscus, Cochrane and CINAHL databases. Articles in Spanish, English and Portuguese that addresses the efficacy of selective retraining of vastus medialis oblique in comparison with general quadriceps strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome, patellar instability or a medical history related with these pathologies and, finally, articles analyzing changes produced in the muscle activity and/or VMO and VL ratio in different exercises in healthy and pathological subjects have been included.

Outcomes: 20 studies were included, 12 in healthy subjects and 8 in pathological subjects. 11 were uncontrolled clinical trial, 1 controlled trial, 3 randomized controlled trial, 1 cross sectional study, 3 cross-over study and 1 randomized cross-over study.

Conclusions: It cannot be concluded that selective retraining of the VMO muscle or exercises focused on VMO activation are more effective than a general quadriceps strengthening program.

Keywords: Patellofemoral pain syndrome, patellar instability, vastus medialis oblique, vastus lateralis, exercise.

2. Introducción:

2.1. Tipo de trabajo:

El presente trabajo es una revisión bibliográfica.

2.2. Motivación personal:

Desde el inicio de la carrera nos han enseñado que el vasto medial es un músculo que actúa como estabilizador dinámico de la rótula impidiendo su desplazamiento excesivo en sentido lateral, de modo que en una patología de rótula como el síndrome femoropatelar (SFPT), cuyas principales causas son la alineación lateral anormal de la rótula producida por la debilidad relativa del vasto medial oblicuo (VMO) en comparación con el vasto lateral (VL), un desequilibrio muscular en el ratio VMO/VL y la sincronización incorrecta de la activación entre estos músculos (1), el tratamiento debería estar enfocado en el reentrenamiento del VMO. Se sabe que existe controversia entre autores sobre si esto es verdaderamente efectivo o si la rehabilitación debería centrarse en el fortalecimiento del cuádriceps en general (2–4) y también existe controversia relativa a la activación selectiva del VMO (2,3,5–11), llegando incluso a dudarse que el vasto medial se divida anatómicamente en varias partes (12). Teniendo en cuenta este debate, esta revisión tendrá como objetivo la búsqueda de bibliografía existente que aborde la diferencia entre la efectividad de un tratamiento de cuádriceps en general en comparación con uno en el que se potencia el vasto interno, en especial el VMO, en este tipo de patologías.

3. Contextualización:

3.1. Antecedentes.

- **3.1.1. Funciones de la rótula.**

Las principales funciones de la rótula son:

- Aumentar el momento extensor del cuádriceps: ya que, al final de la extensión, cuando el cuádriceps está en desventaja mecánica, funciona con una palanca más larga minimizando así la necesidad de incrementar la demanda muscular
- Reducir la concentración de estrés mediante la transmisión de fuerzas de manera uniforme (13).

El movimiento normal de la rótula sobre el fémur durante la flexión es una traslación vertical a lo largo de la garganta de la tróclea y hasta la escotadura intercondílea (Figura 1). En un primer momento de máxima extensión, la rótula contacta con la tróclea por su parte inferior (14). Entre 10° y 20° de flexión, la superficie articular de la rótula entra en contacto con la parte lateral del fémur. En esta posición, la articulación femoropatelar es relativamente inestable, ya que la tibia se desrota, permitiendo a la rótula moverse medialmente para estar en contacto con la tróclea. De 30° a 60° de flexión, la superficie media de la rótula entra en contacto con el tercio medio de la tróclea, con una banda de contacto más amplia. De 60° a 90°, el tercio superior de la rótula tiene una amplia banda de contacto en la tróclea. Incrementando la flexión de rodilla, aumenta el contacto de la rótula en el fémur lo que aumenta la estabilidad de la articulación y disminuye la presión experimentada a través de la articulación (13). Además, la rótula está muy bien acoplada en su ranura por el cuádriceps, acoplamiento que aumenta cuanto mayor es la flexión y, cuya fuerza de coaptación disminuye en hiperextensión (14).

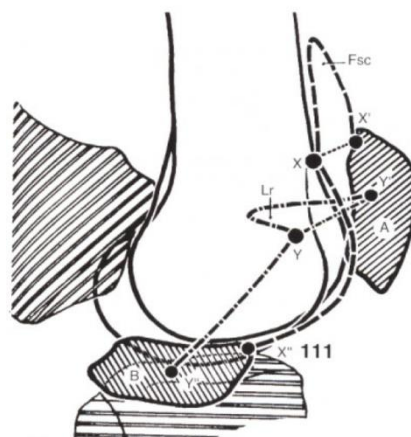


Figura 1: Recorrido de la rótula: La rótula se dirige desde una posición inicial de extensión (A), hasta el final de su recorrido (B), donde se encaja (14).

- **3.1.2. Consideraciones biomecánicas: VMO Y VL.**

Una gran cantidad de estabilidad rotuliana medial se obtiene activamente a través de la unión muscular de la parte medial del cuádriceps, el vasto medial (VM), en la rótula, que se opone a la fuerza vectorial lateral del vasto lateral, lo que permite un momento extensor más eficiente en la rodilla (13).

El VM, debido a la configuración anatómica de sus fibras, se divide funcionalmente en dos partes:

- La parte longus, cuyas fibras están orientadas de 15 a 18° medialmente al plano frontal y actúa con el resto del cuádriceps para extender la rodilla
- El VMO (13), que parte del tendón del aductor mayor y se inserta en el borde superior y medial de la rótula con un ángulo de 50° a 55° (15). Aunque el VMO no extiende la rodilla, está activo durante la extensión de rodilla para mantener la rótula centrada en la tróclea del fémur (13).

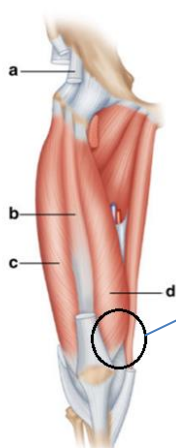


Figura 2:: Anatomía del cuádriceps con resección de recto femoral. A) inserción del Recto femoral, b) Vasto intermedio, c) Vasto lateral, d) Vasto medial (15).

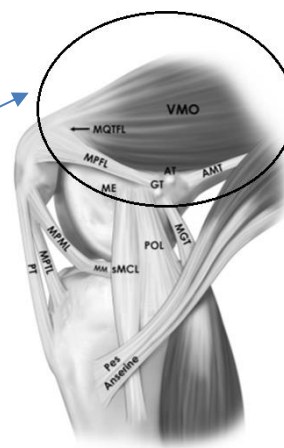


Figura 3: Vasto medial oblicuo (16).

En la parte lateral, el VL está orientado de 12 a 15° lateralmente al plano frontal, siendo mayor la oblicuidad de sus fibras distales. Una disminución del 50% de la tensión del VMO puede producir un desplazamiento lateral significativo de la rótula de 5mm. Si el VMO se desactiva o la tensión del VL es el doble de la del VMO, entonces la zona de presiones se encuentra de manera casi completa en la faceta lateral. La presión de la faceta lateral afecta negativamente a la nutrición del cartílago articular en la zona central y medial de la rótula y suceden más fácilmente cambios degenerativos en estas áreas. Por tanto, facilitar un equilibrio entre estructuras mediales y laterales se considera uno de los objetivos del manejo

de los problemas femoropatelares, para que la carga se distribuya lo más uniformemente posible a través de la articulación (13).

- **3.1.3. Síndrome femoropatelar.**

La incidencia del SFPT varía del 10% al 28% en la población general y personas con altos niveles de actividad física. A menudo afecta a personas entre 10 y 35 años de edad y ocurre 2-3 veces más frecuentemente en mujeres que en hombres (5).

- **3.1.4. Síntomas de síndrome femoropatelar**

El SFPT es causa común de dolor anterior de la rodilla y afecta principalmente a mujeres jóvenes sin presencia de algún cambio estructural, como aumento del ángulo Q o cambios patológicos significativos en el cartílago articular. Otras manifestaciones asociadas incluyen crepitaciones y déficit funcional. Según algunos autores, este síndrome conducirá, eventualmente, a la aparición de osteoartritis (17).

- **3.1.5. Causas de dolor femoropatelar:**

Entre las causas de dolor femoropatelar se encuentran:

3.1.5.1 Mal posicionamiento de la rótula.

El papel del mal posicionamiento de la rótula en la aparición de SFPT ha sido durante mucho tiempo un tema controvertido. Sin embargo, estudios recientes muestran que el mal posicionamiento de la rótula juega un papel clave (17). Draper et al. (18), por ejemplo, demostraron que, en una sentadilla, los pacientes con SFPT mostraban una mayor lateralización e inclinación de la rótula y Wilson et al. (19) observaron que la rótula en pacientes con SFPT presentaba una traslación lateral, giro lateral y tendencia hacia la inclinación lateral en comparación con sujetos sanos.

Las causas estructurales de una mala alineación pueden estar divididas en intrínsecas y extrínsecas. Los factores estructurales intrínsecos no son comunes y se relacionan con la displasia de la rótula o la tróclea femoral y la posición de la rótula con respecto a la tróclea. Los factores estructurales extrínsecos provocan un posicionamiento lateral de la rótula. Los factores extrínsecos incluyen aumento del ángulo Q, rigidez muscular de gastrocnemios isquiotibiales, pronación anormal del pie y displasia del cuádriceps muscular (13).

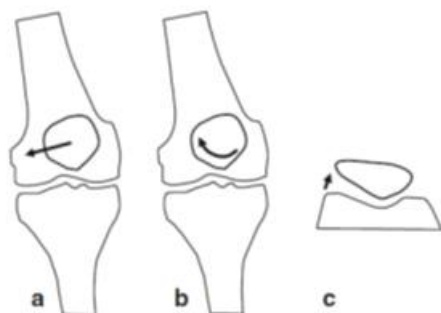


Figura 4: Resultados del estudio de Wilson et al. (17):

Se observa que los pacientes con SFPT presentan una translación lateral de la rótula (a), rótula girada lateralmente (b) y tendencia hacia la inclinación lateral (c).

3.1.5.2 ¿Mala alineación estática o dinámica?

El ángulo Q ha sido durante mucho tiempo el punto de referencia de los traumatólogos para indicar una disfunción femoropatelar. Esta es solo una medida estática, sin embargo, y en la mayoría casos no tiene relación con la función. El ángulo Q representa el ángulo de fuerza del músculo cuádriceps. El límite para el ángulo Q en las mujeres es 15° , para los hombres 12° (13).

El papel del ángulo Q como predictor de SFPT es controvertido. Algunos autores informan que el SFPT se asocia a un aumento del ángulo Q mientras que otros muestran que el ángulo Q no está aumentado en estos pacientes. Esto significa que la causa del malposicionamiento de la rótula y el desequilibrio entre vasto medial y lateral en algunos pacientes con este síndrome puede no ser debido a un fallo estructural. Más bien se ve una mala alineación dinámica en estos pacientes (17).



Figura 5: Ángulo Q (20)

3.1.5.3 Relación entre vasto medial y lateral.

El control y sincronización de los músculos de la extremidad inferior parecen ser cruciales para el funcionamiento de la articulación femoropatelar. Sin embargo, en la literatura existente, el desequilibrio y sincronización del cuádriceps en individuos con afectaciones femoropatelares todavía es controvertido (13).

Pal et al. (21) demostraron que el mal posicionamiento rotuliano en pacientes con SFPT se correlaciona con una activación retardada del VMO. Por otro lado, Cowan et al. (22) encontraron que, a pesar de que la mayoría de los pacientes con afectación femoropatelar tienen un retraso en el inicio de activación del VMO en relación al VL, todavía hay algunos cuyo VMO precede en activación al VL. Por lo tanto, no todos los pacientes con dolor femoropatelar tienen un tiempo de activación de VMO retrasado; algunos pueden tener un problema con la magnitud de la contracción o un problema de coordinación de la musculatura de la cadera y la rodilla; otros pueden tener una anormalidad biomecánica que contribuye a los síntomas. Además, estos investigadores encuentran que en algunos de los sujetos control (sin antecedentes de dolor femoropatelar) existe un inicio de activación VMO retrasado con respecto al VL.

Los pacientes con afectaciones femoropatelares también mostraron atrofia del vasto medial oblicuo. Sin embargo, a pesar de estos resultados, no está claro si el desequilibrio de vastos sea la causa principal del mal posicionamiento rotuliano (17).

3.1.5.4 Biomecánica del pie alterada.

Una alteración en la biomecánica del pie, como la pronación excesiva, prolongada o tardía, altera la rotación tibial en distintos momentos a lo largo del rango de movimiento, teniendo así un efecto sobre la mecánica de la articulación femoropatelar. En la posición anormal del pie existen causas intrínsecas (varo o valgo de antepié y retropié) y extrínsecas (genu valgum, rotación interna de fémur y varum tibial) (13). La literatura proporciona evidencia en cuanto a anormalidades de antepié y retropié en pacientes con SFPT (17).

3.1.5.5 Tensión de los tejidos blandos (13).

Una disminución en la flexibilidad de los tejidos blandos que rodean la rótula, como el retináculo lateral, tensor de la fascia lata, isquiotibiales, gastrocnemio y recto femoral, es un factor contribuyente significativo en la etiología del dolor femoropatelar, ya que afecta negativamente al posicionamiento de la rótula. Cuando la rodilla se flexiona y la rótula se introduce en la tróclea, un retináculo lateral acortado puede causar un posicionamiento lateral e inclinación de la rótula y, a menudo, una debilidad del retináculo medial. Además, un tensor de la fascia lata tenso, a través de su unión a la banda iliotibial, causa un posicionamiento

lateral de la rótula, particularmente a los 20° de la flexión de la rodilla, cuando la banda está más acortada.

3.1.5.6 Estabilidad de cadera y fuerza abductora de cadera.

Estudios recientes muestran que la mala alineación funcional no surge en la articulación de la rodilla, sino más bien por la rotación interna del fémur debido a la debilidad de rotadores externos de cadera y abductores (glúteo medio y menor) (17). Esto está apoyado por diversos estudios, como Padua et al. (23) que encontraron que una disminución de la fuerza del glúteo medio y mayor está relacionado con un incremento de valgo de rodilla después de caer en un salto. Bolgia et al. (24) mostraron que los pacientes con SFPT tienen debilidad de los rotadores externos de cadera. y Baldon et al. (25) demostraron que los pacientes con SFPT tienen una menor fuerza de los abductores de cadera.

- **3.1.6. Inestabilidad rotuliana (3).**

La luxación rotuliana y la inestabilidad recurrente asociada es una dolencia musculoesquelética compleja. Se presenta comúnmente en personas jóvenes y físicamente activas. Los estudios observacionales han estimado que la incidencia de inestabilidad rotuliana es de 43 por 100.000, con una mayor incidencia en mujeres que en hombres.

3.1.5.1 Anatomía de la luxación y estabilidad rotuliana:

La luxación aguda de rótula es una lesión común que puede conducir a un dolor de rodilla incapacitante y o a una inestabilidad recidivante de rótula, especialmente en deportistas jóvenes (26).

Hay dos componentes del aparato extensor que limitan de forma primaria la movilidad pasiva mediolateral de la rótula: la geometría ósea constreñida debido a la congruencia entre la rótula y la tróclea femoral y la sujeción de los tejidos blandos (26).

Según Sanchís Alfonso (26), existe una disposición de las partes blandas de la cara medial de la rodilla en 3 capas.

- La capa uno incluye el retináculo medial superficial, que se extiende de la zona anteromedial de la tibia a la parte distal de la rótula. El ligamento tibiopatelar medial es una banda, cuyas fibras están orientadas oblicuamente, que se extiende desde la zona anteromedial de la tibia al borde medial de la rótula.
- La capa dos está formada por el ligamento femoropatelar medial (LFPM) junto con el ligamento colateral medial superficial. El LFPM se extiende desde el epicóndilo medial, tubérculo del aductor, región anterior al epicóndilo femoral medial o región

superoposterior al epicóndilo femoral medial, hasta los 2 tercios superomediales de la rótula. Como el LFPM se extiende hacia delante sus fibras se fusionan con la cara profunda del tendón del vasto medial.

- La capa 3 incluye el ligamento meniscopatelar medial.

En estudios en los que se han realizado cortes selectivos de los tejidos retinaculares mediales en las rodillas de cadáveres humanos, el LFPM se ha mostrado de forma constante como una barrera de primer orden contra el desplazamiento lateral de la rótula. Sanchís Alfonso (26) indica que varios estudios observaron que el LFPM contribuía con un 53% en la fuerza que impide el desplazamiento lateral de la rótula. En otros, el LFPM contribuyó con hasta un $60 \pm 13\%$ en rodillas de cadáveres.

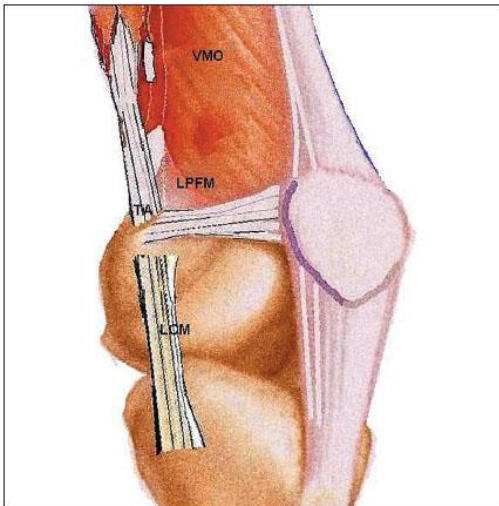


Figura 6: Esquema de inserción anatómica del LFPM (27).

La línea de tracción del VMO resiste más eficientemente la movilidad lateral de la rótula cuando la rodilla se encuentra en una flexión acentuada, en cuyo momento, según todas las estimaciones, la contención de la rótula por parte de la tróclea es bastante independiente de las influencias de partes blandas. La contracción muscular puede tener efectos inconstantes e impredecibles sobre la movilidad articular, puede provocar o prevenir una movilidad anormal de la articulación dependiendo de la magnitud y dirección de la fuerza muscular resultante con respecto a la deficiencia ligamentosa. Las fuerzas musculares pueden reducir los límites aparentes de la movilidad articular al incrementar la fuerza de contacto articular y reducir las fuerzas de cizallamiento. Las fuerzas musculares que desplazan una articulación en la dirección de su laxitud patológica darán lugar a una subluxación. La alineación del aparato extensor determina si la contracción del cuádriceps tenderá a reducir la rótula en la tróclea o la desplazará de ella (26). La contracción de ambos vastos, generalmente equilibrada, genera

una fuerza resultante dirigida hacia arriba, en el eje del muslo. Pero si uno de los vastos predominara sobre el otro, como sería el caso del lateral predominando sobre el medial, la rótula se escaparía hacia afuera, siendo éste uno de los mecanismos causantes de luxación recidivante de la rótula (14). Sin embargo, no se puede luxar una rotula normal, puesto que los elementos de restricción pasivos evitan que la rótula se desplace de la tróclea. No hay pruebas de que una desalineación provocará una luxación a menos que estén afectados estos estabilizadores pasivos. Por otro lado una rotula hipermóvil es inestable incluso si los músculos están realineados para evitar fuerzas de lateralización. Según esta definición de inestabilidad patelar, una laxitud pasiva excesiva es el elemento esencial en la inestabilidad de la articulación femoropatelar, sin que esté claro el papel de la alineación del aparato extensor y de las fuerzas musculares (26).

3.2. Justificación.

Existe un debate en el tratamiento del SFPT sobre si la rehabilitación debería estar basada en ejercicios de fortalecimiento del cuádriceps o centrarse específicamente en el VMO (2–4).

El primer enfoque pone énfasis en el fortalecimiento general del cuádriceps. Una teoría es que, si la fuerza generada por el VMO es esencial para la correcta posición patelar, el fortalecimiento general del cuádriceps femoral, especialmente los ejercicios de cadena cinética cerrada, llevarán al VMO a un nivel necesario para un óptima alineación (2).

El segundo enfoque enfatiza la "activación selectiva" y el reentrenamiento específico del VMO (la premisa es que un desequilibrio en el tiempo de activación muscular entre los músculos VMO y VL puede conducir a **una mala alineación** de la rótula, **carga anormal del mecanismo patelar** y **dolor**). La actividad coordinada del VMO y VL influye en la posición de la rótula. Aunque todavía es polémico, hay evidencia de una alteración en el control motor entre vastos en individuos con dolor anterior de rodilla con inicio de actividad retrasado del VMO en comparación con VL, mientras que normalmente los dos inicios ocurren simultáneamente o con el VMO iniciando su activación antes. Dichos cambios en el control motor pueden ser importantes en la iniciación y la perpetuación del dolor anterior de rodilla porque pueden aumentar la carga de la articulación femoropatelar (4).

Otro tema controvertido es si el VMO, o más específicamente el componente VMO, puede activarse selectivamente (2,3,5–11). Además, también se discute si el VMO es una entidad anatómica separada dentro del músculo vasto medial (12).

Dado que existe controversia sobre qué tipo de tratamiento utilizar, que no hay consenso sobre qué tipo de ejercicios son los mejores para tratar a este tipo de pacientes, y que también existe debate a la hora de establecer si el VMO puede activarse selectivamente, se justifica la realización de un trabajo de revisión para intentar responder a estas cuestiones, ya que existen dudas sobre la validez del uso de la activación selectiva de VMO en el manejo clínico del SFPT.

4. Objetivos

4.1. Pregunta de investigación:

¿Es el reentrenamiento del vasto medial oblicuo (VMO) un tratamiento más efectivo que el fortalecimiento del cuádriceps en general en los síntomas de pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana?

4.2. Objetivos:

- **4.2.1 Objetivos generales:**
 - Comprobar la efectividad del reentrenamiento selectivo del vasto medial oblicuo (VMO) en relación al fortalecimiento del cuádriceps en general en los síntomas de pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.

- **4.2.2 Objetivos específicos:**
 - Valorar si se puede activar el vasto medio oblicuo (VMO) de manera selectiva, tanto en personas sanas como en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.
 - Analizar qué ejercicios son los más indicados para la activación selectiva del VMO.

5. Material y métodos.

5.1. Fecha de revisión y bases de datos.

La búsqueda de los estudios se realizó entre septiembre y octubre de 2017 a través de seis bases de datos online (CINAHL, Pubmed, The Cochrane database, SPORTDiscus, Scopus, Physiotherapy Evidence Database (PEDro)).

5.2. Criterios de selección.

5.2.1. Criterios de inclusión:

- Artículos que comparen los efectos del reentrenamiento del vasto medial en comparación con el fortalecimiento de cuádriceps en general en pacientes con síndrome femoropatelar, inestabilidad rotuliana o con historia de esas patologías.
- Artículos que analicen los cambios producidos en la actividad y ratio de VMO y VL en diferentes ejercicios en sujetos sanos, con síndrome femoropatelar o inestabilidad rotuliana.
- Estudios publicados entre el 2007 y el 2017
- En humanos
- En lengua inglesa, española o portuguesa

5.2.2. Criterios de exclusión:

- Aquellos que estudian el uso del kinesiotape sobre la actividad del VMO
- Aquellos que comparaban el tratamiento con el abordaje quirúrgico.
- Aquellos centrados en evaluar si existe retraso en el inicio de activación o no.
- Aquellos centrados en evaluar si existe atrofia en el VMO o no.
- Artículos que proponen protocolos de rehabilitación en síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.
- Aquellos centrados únicamente en analizar las diferencias anatómicas entre las partes del Vasto Medial.
- Aquellos cuyo único objetivo es analizar los cambios que produce el uso de biofeedback en el ratio VMO:VL.

- Guías de práctica clínica, actas de congresos, resúmenes, cartas al director, conferencias, ponencias y revisiones sistemáticas.

5.3. Estrategia de búsqueda:

Se realizó una búsqueda inicial de revisiones sistemáticas sobre el tema en las siguientes bases de datos online: CINAHL, Pubmed, The Cochrane database, SPORTDiscus, Scopus y Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Las ecuaciones de búsqueda se encuentran recogidas en el Anexo 1. Una vez realizada la búsqueda se observa que ninguna de las revisiones encontradas compara los efectos del reentrenamiento del vasto medial oblicuo en comparación con el fortalecimiento del cuádriceps en general, de modo que se procede a realizar una búsqueda de artículos en las mismas seis bases de datos online con el fin de responder a la pregunta clínica de esta revisión bibliográfica.

Las palabras clave utilizadas fueron: Quadriceps Muscle, vastus medialis, vastus medialis oblique, vastus medialis obliquus, VMO, physical therapy Modalities, physical Therapy Specialty, physical therapy, physiotherapy, exercise, strengthening, retraining, patellofemoral pain syndrome, patellar dislocation, anterior knee pain syndrome, patellar instability. La elección de estas palabras clave y la no inclusión de términos más específicos en referencia a los síntomas obedece al objetivo de evitar silencio documental en cuanto a la comparación entre los dos tipos de entrenamiento estudiados. Las ecuaciones de búsqueda completas se encuentran recogidas en el Anexo 2.

5.4. Selección de artículos.

	Resultados	Cumplen CI y CE, excluyendo duplicados
PubMed	99	9
PEDro	13	0
Cochrane	58	0
Scopus	123	9
SPORTDiscus	79	2
CINAHL	85	0
Total	457	20

Figura 7: Diagrama de flujo para la selección de artículos.

CI: Criterios de inclusión, CE: Criterios de exclusión.

5.5. Variables de estudio.

Se valorarán ratio VMO y VL, así como su activación muscular para valorar si existe activación selectiva del músculo VMO. Se valorarán los efectos del reentrenamiento específico de VMO con respecto al fortalecimiento de cuádriceps en general sobre la función de la rodilla.

6. Resultados.

Se seleccionan 20 artículos que cumplen los criterios de inclusión y de exclusión. En función de los objetivos de este trabajo, el apartado de resultados se clasificará de la siguiente manera.

- Tipo de artículo:
- Tipo de ejercicio: donde se mostrarán los diferentes ejercicios empleados en los artículos para identificar si es posible activar el VMO de manera selectiva. Con el fin de tener una mayor número de artículos para el análisis, ya que son pocos los estudios en pacientes con síndrome femoropatelar o con inestabilidad patelar, se han incluido aquellos estudios que evalúan los efectos de estos ejercicios sobre el ratio VMO:VL y su activación en personas sanas.
- Variables estudiadas: las principales variables analizadas en los estudios clasificadas según los objetivos del trabajo.
 - Activación selectiva.
 - Ratio VMO:VL
 - Comparación entre reentrenamiento de VMO y fortalecimiento de cuádriceps en general.
 - Tiempo de inicio de activación

6.1. Tipo de artículo:

Se han seleccionado 20 artículos. De estos 20 artículos, 12 (6–8,28–36) de ellos presentan una muestra con sujetos sanos mientras que 8 (1–4,9,37–39) analizan a sujetos que sufren una patología (dentro de estos últimos, 6 (1,2,9,37–39) de ellos presentan síndrome femoropatelar, 1 (4) es un paciente con historia de dolor anterior de rodilla y con un tiempo de inicio de activación de VMO retardado y 1 (3) con una luxación rotuliana por primera vez). Esto está representado en la Tabla 1.

El análisis de los artículos se encuentra en el Anexo 3.

Tabla 1: Distribución de estudios según el estado de salud de los sujetos de la muestra

Estudios en sanos	Estudios en enfermos		
Chang et al (6). Irish et al (7). Peng et al (8). Kang et al (28). Lee et al (29). Jaberzadeh et al (30). Roth et al (31). Hyong (32). Felício et al (33). Machado et al (34). Choi et al (35). Kim et al (36).	Síndrome femoropatelar	luxación rotuliana por primera vez	Inicio de activación VMO retardado.
	Choi et al (1). Syme et al (2). Chang et al (9). Miao et al (37). Yoon et al (38). Chupeerach et al (39).	Smith et al (3).	Bennell et al (2).

Según su diseño, 11 (7,8,28–33,35,36,38) son ensayos no controlados, 1 (1) es un ensayo controlado, 3 (2–4) son ensayos controlados aleatorizados, 1 (37) es un estudio transversal, 3 (6,9,39) son ensayos cruzados y 1 (34) en un ensayo cruzado aleatorizado.

6.2. Tipo de ejercicios

De los 20 artículos, 17 (1,6–9,28–39) estudios analizan el efecto de diferentes ejercicios sobre la actividad y/o ratio de VMO y VL: 12 (6–8,28–36) en sujetos sanos, 5 (1,9,37–39) en sujetos patológicos. Estos 17 artículos (1,6–9,28–39) serán los empleados para estudiar si existe activación selectiva del músculo VMO.

Los ejercicios que analizan estos estudios son los siguientes:

6.2.1. Sentadilla:

Nueve de estos estudios (7,28–30,32,33,37–39) analizan los efectos de una sentadilla sobre la actividad y/o ratio VMO y VL. Seis (7,28–30,32,33) de ellos en sujetos sanos (Tabla 2) y tres (37–39) en sujetos patológicos (Tabla 3).

Una sentadilla convencional se realiza en bipedestación con los pies en posición neutra a la altura de la cadera y consta de 3 fases, descenso, durante el cual se realiza una flexión de rodillas manteniendo el tronco en posición recta, mantenimiento y ascenso donde se volverá a la posición de inicio. Los tiempos de estas fases son variables al igual que la profundidad de la sentadilla (ángulo de flexión de rodilla). Realizada con las piernas fijas en el suelo es un ejercicio en cadena cinética cerrada apropiado para activar la musculatura de los miembros inferiores (32).

6.2.2. Sling:

Dos estudios (6,9) analizan los efectos de un ejercicio con sling sobre la actividad y ratio de VMO y VL. Uno de ellos en sujetos patológicos (9) (Tabla 3) y uno en sujetos sanos (6) (Tabla 2).

La terapia con sling es un programa de entrenamiento multifactorial en el que los clínicos pueden ajustar puntos de suspensión, posiciones del cuerpo en suspensión y la altura del sling. El equipamiento para esta terapia (bandas elásticas, pesos...) se puede utilizar para lograr una buena forma física, por ejemplo, para conseguir aumentos de fuerza muscular, resistencia, mejorar el equilibrio, la propiocepción y estabilizar los músculos centrales. Para los clínicos que traten el síndrome femoropatelar, el entrenamiento con sling puede usarse para designar ejercicios en cadena cinética abierta o cerrada (9).

6.2.3. Leg-press:

Dos estudios (8,34) en sujetos sanos analizan los efectos de un ejercicio de leg-press sobre la activación y el ratio VMO y VL (Tabla 2).

El leg-press es un ejercicio en cadena cinética cerrada que emplea las piernas para empujar un peso lejos del cuerpo, mientras que éste permanece estacionario. Puede ser usado como sustituto para entrenar a los pacientes en una posición funcional sin agravar los síntomas (10).

6.2.4. Lunge:

Dos estudios (7,36) en sujetos sanos analizan un ejercicio de lunge (Tabla 2).

El lunge es un ejercicio en el que la persona da un paso adelante con una pierna manteniéndola adelantada en una flexión profunda mientras el tronco permanece recto y vuelve a la posición de inicio. Los ejercicios en cadena cinética cerrada, como el lunge, utilizan reacciones propioceptivas de múltiples articulaciones y cocontracción muscular, de modo que es un ejercicio de carácter funcional (7).

6.2.5. Isométricos:

Dos estudios (31,35) en sujetos sanos analizan ejercicios isométricos sobre el ratio y/o actividad de VMO y VL. Uno de ellos realiza un isométrico de cuádriceps con rotación lateral de cadera y el otro un isométrico de cuádriceps con aducción de cadera (Tabla 2).

6.2.6. Levantamiento de la pierna recta:

Un estudio (1) analiza el efecto del levantamiento de la pierna recta con rotación externa de cadera y flexión dorsal de tobillo sobre la actividad y ratio VMO:VL (Tabla 3).

Tabla 2: Resultados en función del tipo de ejercicio en sujetos sanos.

Estudio	Muestra	Intervención	Variable de estudio	Resultados
SENTADILLA				
<i>Kang et al., 2017</i> (28)	24 varones sanos	Sentadilla isométrica con aducción de cadera a 15°, 45°, y 60° de flexión de rodilla y en una superficie estable e inestable.	Actividad muscular y ratio de actividad (VMO/VL) (EMG)	La activación del VMO dependiendo de la flexión de rodilla mostró diferencias significativas a 15° y 60° pero no a 45°. El ratio de activación muscular (VMO/VL) dependiendo de la flexión de rodilla mostró diferencias significativas a 15° y 60° pero no a 45°.
<i>Lee et al., 2016</i> (29)	20 sujetos sanos	4 tipos de sentadilla: <ul style="list-style-type: none"> • Convencional 90° flexión • con pelota (aducción de cadera) • con una cuña • con una banda elástica 	Actividad en el músculo VL y VMO según el tipo de sentadilla (EMG)	La actividad en el EMG del músculo VMO en la sentadilla con cuña fue significativamente mayor que en el ejercicio de sentadilla con una banda elástica. No hubo diferencias significativas, aunque la actividad muscular VMO en el ejercicio de sentadilla convencional y el ejercicio de sentadilla con cuña fueron más altos que en el ejercicio de sentadilla con una pelota de gimnasia y con banda elástica, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre los ejercicios en relación a la actividad muscular del vasto lateral
<i>Jaberdadeh et al., 2015</i> (30)	18 individuos sanos	Los sujetos realizaron sentadillas en 3 posiciones de rodilla (varo, valgo y posición neutra) a diferentes grados de profundidad de sentadilla (20°, 50°, 80°)	Ratio VMO:VL (EMG)	No se encontró ningún efecto significativo entre género, el dominio de la pierna o la posición de la rodilla. Se encontró un efecto significativo en la profundidad de la sentadilla a de 50 ° y 80 ° de flexión, mostrando aumentos en la relación VMO: VL.
<i>Hyong., 2015</i> (32)	15 estudiantes sanos	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla de 60° • Sentadilla de 60° con aducción de cadera 	Ratio VMO:VL (EMG)	Hubo una diferencia significativa en el ratio VMO / VL entre la sentadilla convencional y la sentadilla acompañada de aducción de la articulación de la cadera. El ratio VMO:VL fue mayor durante la sentadilla con aducción de cadera.
<i>Felício et al., 2011</i> (33)	15 mujeres sanas	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla convencional (CS) 60° de flexión de rodilla • Los ejercicios de sentadillas asociados a máxima contracción isométrica de aducción de cadera • Los ejercicios de sentadillas con abducción de cadera 	Actividad electromiográfica de VMO, VLO, Glúteo medio y VL (EMG)	Las asociaciones tanto de aducción de cadera como de abducción favorecieron la activación del músculo Glúteo medio en relación con el CS. Los resultados mostraron que el VMO fue más activado en la sentadilla asociada con la aducción de cadera en relación con las otras sentadillas analizadas. El músculo VL presentó una mayor actividad eléctrica en la sentadilla con aducción y abducción de cadera en comparación con el CS. La comparación entre las actividades electromiográficas de los estabilizadores de la rótula no mostró diferencias estadísticamente significativas.
SENTADILLA Y LUNGE				
<i>Irish et al., 2010</i> (7)	22 individuos sanos	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de extensión de rodilla de cadena cinética abierta (90°-0° de flexión de rodilla). • Doble sentadilla con aducción isométrica de cadera (cadena cinética:) a 45° de flexión • Ejercicio Lunge (cadena cinética cerrada) flexión de 45° 	Actividad de VMO y VL y ratio VMO:VL (EMG)	La sentadilla doble mostró una activación significativamente mayor del VMO en comparación con el ejercicio de extensión de rodilla en cadena cinética abierta y el ejercicio de lunge. No hubo diferencias significativas entre la sentadilla doble con aducción isométrica y el ejercicio de lunge en la activación de VMO. El ejercicio en cadena cinética abierta y la sentadilla doble mostraron una activación significativamente mayor del VL en comparación con el ejercicio de lunge. Tanto sentadilla doble como ejercicio de lunge mostraron un ratio VMO:VL significativamente mayor que el ejercicio de extensión en cadena cinética abierta. No hubo una diferencia significativa entre la sentadilla doble y el ejercicio de lunge en relación al VMO:VL ratio
LUNGE				
<i>Peng et al., 2013</i> (8)	10 estudiantes sanos	<ul style="list-style-type: none"> • Una leg-press convencional (LP) de 90° de flexión de rodilla a extensión completa 	Actividad electromiográfica de VMO, VL y aductor largo (HAL) así como el	los sujetos generaron una actividad de HAL significativamente mayor durante el LP++, pero no durante el LP+ en comparación con el LP en la fase concéntrica del

		<ul style="list-style-type: none"> leg-press con aducción de cadera isométrica submáxima (LP+) leg-press aducción de cadera isométrica vigorosa (LP++). 	ratio VMO:VL entre diferentes ejercicios de leg-press (EMG)	ejercicio. Para la fase excéntrica, se encontró una actividad HAL significativamente mayor durante el LP++ pero no durante el LP+ en comparación con el LP. Ni LP+ ni LP++ cambiaron la activación del VMO-VL. Sin embargo, un efecto pequeño-mediano se observó con la incorporación de la aducción isométrica al leg-press en el ratio VMO/VL. Específicamente, LP++ incrementó el ratio VMO/VL comparado con LP en la fase final de extensión/flexión (30° y 15° concéntrica, 0 y 15° excéntrica). LP+ incrementó el ratio VMO/VL comparado con LP a flexiones profundas de rodilla (90°-75°) concéntrica.
<i>Machado et al., 2016 (34)</i>	13 mujeres sanas	<ul style="list-style-type: none"> Leg-press a 45° (TRAD) Leg-press con fitball (PBALL) aducción isométrica Leg-press a con banda elástica (PEB) abducción isométrica 	La actividad mioeléctrica de Recto Femoral (RF), Bíceps femoral (BF), Vasto medial oblicuo (VMO), Vasto lateral (VL), y ratio VMO:VL (EMG)	Se observaron aumentos significativos en la actividad del VMO durante el PBALL frente al PEB y TRAD. Se observó una mayor actividad de VMO durante el TRAD frente al PEB. Se observó una mayor actividad de VL durante la PBALL frente a TRAD (y PEB. PBALL provocó un mayor ratio VMO: VL durante la fase concéntrica frente a PEB y TRA). Se observó una mayor actividad de RF durante el PEB frente a TRAD y PBALL, respectivamente. Sin embargo, no se observó diferencia entre TRAD y PBALL. No se observó diferencia en la actividad del BF entre protocolos de ejercicio.
SLING				
<i>Chang et al., 2014 (6)</i>	7 universitarias sanas	<ul style="list-style-type: none"> Extensión de rodilla en cadena cinética abierta con sling (SOCKE). (Rodilla suspendida a 60° de flexión) Ejercicio de extensión de rodilla en cadena cinética con sling (SCCKE) (máxima extensión de cadera) 	La actividad de VMO y el VL. Ratio VMO:VL (EMG)	Los valores medios de MVC% del VMO y VL fueron mayores durante el SOCKE que durante el SCCKE. El ratio VMO:VL fue 1.0 ± 0.19 durante el SOCKE y 1.11 ± 0.15 durante el SCCKE. El ratio VMO:VL en los ejercicios SOCKE y SCCKE superaban la proporción ideal de 1:1.
LUNGE				
<i>Kim et al., 2013 (36)</i>	20 varones sanos	Ejercicio lunge (90°) con varias cuñas: <ul style="list-style-type: none"> Cuña anterior Cuña posterior Cuña medial Cuña lateral 	Actividad muscular del VMO y VL y ratio VMO:VL (EMG)	La actividad EMG para el músculo VL aumentó de la siguiente manera: cuña anterior <sin cuña y cuña medial <cuña lateral y cuña posterior La actividad EMG para el músculo VMO aumentó: cuña anterior <sin cuña y cuña lateral < cuña medial y cuña posterior La relación VMO / VL aumentó significativamente más bajo la cuña medial (1.25 ± 0.25) y la cuña posterior (1.21 ± 0.18) que bajo el lunge sin cuña (0.99 ± 0.13), la cuña anterior (0.99 ± 0.14) y la cuña lateral (0.91 ± 0.10)
ISOMÉTRICOS				
<i>Roth et al., 2007 (31).</i>	14 mujeres sanas.	Se realizó un ensayo de tres contracciones isométricas de cuádriceps en posición anatómica y se realizó un segundo ensayo de tres contracciones con la cadera en rotación lateral.	Ratio VMO: VL y se realizó una correlación para determinar la relación entre el ángulo Q y la actividad VMO:VL en el EMG. Máxima contracción isométrica (actividad VMO, VL, Recto femoral) y tiempo de activación (EMG)	Los tres músculos evaluados tuvieron significativamente menos activación durante la contracción isométrica con la rotación lateral de la cadera. El ratio VMO:VL no aumentó ni disminuyó significativamente en las dos posiciones de la cadera. No hubo correlación entre el ángulo Q y el ratio VMO: VL
<i>Choi et al., 2011 (35)</i>	18 participantes asintomáticos	Ejercicio de extensión de rodilla con aducción de cadera (15°)	Tiempo de inicio de activación electromiográfico VMO y VL y ratio VMO:VL (EMG)	No se observaron diferencias significativas en el tiempo de inicio de activación para el músculo VMO en comparación con el del músculo VL en pre y post prueba cuando se analizaron los datos 2 SD de la actividad basal media. Sin embargo, se encontró una diferencia significativa en los tiempos de inicio de activación para el músculo VMO y el músculo VL cuando se analizaron los datos a 3 SD de la actividad basal media. El ratio VMO:VL no fue significativamente diferente entre pre y post prueba.

Tabla 3: Resultados en función de tipo de ejercicio en sujetos patológicos.

Estudio	Muestra	Intervención	Variables de estudio	Resultados
SENTADILLA				
<i>Miao et al., 2015 (37)</i>	30 pacientes con síndrome femoropatelar y 30 sanos	<ul style="list-style-type: none"> Semi sentadilla con ambas piernas a 60° de flexión de rodilla Semi sentadilla con ambas piernas y aducción de cadera: 	Actividad del VMO y VL. Índices Time domain (RMS, IEMG) y frequency domain (MPF) (EMG)	En el grupo de estudio, los índices time domain (RMS, IEMG) y frequency domain (MPF) del VL fueron significativamente más alto en los de semi sentadilla con aducción que los del VMO en la semi sentadilla sin aducción; y el time domain del VMO fue significativamente mayor en la sentadilla con aducción de cadera mientras que no hubo diferencias en la activación del VL.
<i>Yoon et al. 2016 (38)</i>	15 pacientes con síndrome femoropatelar	<ul style="list-style-type: none"> Sentadilla con una pierna simple (SLS) 45° Sentadilla simple en una superficie declinada 	Ángulo de valgo de rodilla, actividad muscular de la pierna (rectus femoris (RF), VMO, VL, Glúteo medio, tibial anterior, gastrocnemios) y ratio VMO/VL (EMG)	<p>Durante la SLS, el ángulo valgo de la rodilla aumentó significativamente más en la superficie inclinada que en la superficie plana.</p> <p>Además, la actividad en el EMG fue significativamente más alta en los músculos recto femoral (RF), VMO y VL cuando se realizaba la SLS en la superficie inclinada ($p < 0,05$) mientras que no hubo diferencias significativas entre la actividad muscular en Gmed, No hubo diferencias significativas en el ratio VMO/VL entre SLS y superficie declinada.</p>
<i>Chupeerach et al., 2015 (39)</i>	10 mujeres con síndrome femoropatelar	<ul style="list-style-type: none"> forward step up sentadilla sobre una pierna en la pared 	Actividad muscular de Glúteo medio, VMO y VL. (EMG)	<p>Todas las actividades musculares (Glúteo medio, VMO y VL) durante el forward step up fueron significativamente menores que durante el ejercicio de sentadilla sobre una pierna en la pared, tanto en la fase excéntrica como la concéntrica.</p> <p>Ambos ejercicios fueron efectivos para activar Glúteo medio, VMO y VL en pacientes con SFPT.</p>
SLING				
<i>Chang et al., 2015 (9)</i>	30 varones y 30 mujeres con síndrome femoropatelar	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio de extensión de rodilla basados en sling en cadena cinética abierta (desde 60° flexión de rodilla) Ejercicio de extensión de rodilla basado en sling en cadena cinética cerrada (desde 60°) Ejercicio de aducción de cadera basado en sling. 	La actividad muscular del VL y del VMO y el ratio de VMO:VL (EMG)	<p>Actividad eléctrica del VMO y VL. La activación del VMO fue mayor durante los ejercicios de extensión en cadena cinética cerrada (CCC) y abierta (CCA) que durante el ejercicio de aducción de cadera. Existe diferencia significativa en la activación del VMO entre los ejercicios de extensión en CCC y CCA con sling. La activación del VL fue significativamente mayor durante los ejercicios en CCC y CCA que durante el de aducción. No hay diferencias significativas en la activación del VL durante los ejercicios con sling en CCC y CCA.</p> <p>VMO:VL Ratio: Comparados con el ejercicio de extensión de rodilla con sling en CCA, el ratio VMO:VL fue relativamente más alto en el ejercicio en CCC y de aducción. No se observaron diferencias significativas entre estos dos últimos.</p>
LEVANTAMIENTO RECTO DE PIERNA				
<i>Choi et al., 2014 (1)</i>	26 sujetos con síndrome femoropatelar	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio SLRER, contraer el cuádriceps con extensión de la rodilla, y luego girar externamente la cadera a 45°. Ejercicio SLRERDF, adición de flexión dorsal de tobillo al anterior. 	Actividad muscular de VMO y VL y ratio VMO/VL (EMG)	La actividad muscular VMO durante SLRERDF fue significativamente mayor que SLRER y la actividad muscular del VL durante SLRERDF fue significativamente mayor que SLRER en ambos grupos. No hubo diferencias significativas de ratio VMO:VL entre ambos grupos de ejercicio

6.3 Variables estudiadas.

6.3.1 Activación selectiva:

Para evaluar si es posible activar selectivamente el VMO, se han estudiado 17 artículos (1,6–9,28–39) que analizan el efecto de diferentes ejercicios sobre el ratio VMO:VL y/o su activación.

La variable más estudiada en estos artículos es la actividad de VMO y VL siendo analizada en 14 estudios (1,6–9,28,29,31,33,34,36–39). La segunda variable más estudiada es el ratio VMO:VL, analizada en 13 estudios (1,6–9,28,30–32,34–36,38). Dentro de estos, tres (33,38,39) también analizan la actividad del glúteo medio, uno (8) del aductor largo, tres (31,34,38) de recto femoral, uno (34) de bíceps femoral y, por último, uno (38) de tibial anterior y gastrocnemios. Para la obtención de estas variables se utilizó el electromiograma.

- **Ratio VMO:VL.**

El ratio de activación muscular VMO:VL se usa como un índice para evaluar las fuerzas mediales y laterales en la rótula. Un ratio de activación muscular VMO:VL > 1 significa que la activación normalizada de VMO es mayor que la del VL (28). Esto implica que ejercicios que producen un ratio <1 producen una ganancia mayor de fuerza del VL, incrementando así los síntomas y la fuerza lateral que actúa sobre la rótula (30).

6.3.2 Comparación entrenamiento selectivo VMO con fortalecimiento de cuádriceps en general.

Tres artículos (2–4) comparan el reentrenamiento de VMO con el fortalecimiento de cuádriceps en general. Los tres estudios (2–4) se realizan en sujetos con patología (uno (3) presenta sujetos tras una luxación rotuliana por primera vez, uno (4) presenta pacientes con historia de dolor anterior de rodilla y con un tiempo de inicio de activación de VMO retardado y otro (2) se ha realizado con pacientes con síndrome femoropatelar). Las variables que analizan estos estudios son: la fuerza de extensión del cuádriceps (3,4), el tiempo de inicio de activación (4), el dolor (2), la función (2), la calidad de vida (2), el nivel de actividad (3) y la inestabilidad femoropatelar (3).

Las principales variables analizadas son:

- **Tiempo de inicio de activación VMO:VL:**

Aunque todavía es polémico, hay evidencia de una afectación en el control motor de los vastos en individuos con dolor anterior de rodilla que presentan un inicio retrasado de actividad del VMO en comparación con el VL en el EMG, mientras que, normalmente, los dos inicios ocurren simultáneamente o con el VMO iniciando su activación antes. Dichos cambios

en el control motor pueden ser importantes en la iniciación y la perpetuación del dolor anterior de rodilla porque pueden aumentar la carga lateral en la articulación femoropatelar (4). Esta variable se mide con electromiograma.

El resto de las variables medidas se muestran en la Tabla 4, ya que no se va entrar en profundidad sobre ellas en la discusión debido a que cada artículo analiza variables independientes al resto y, por tanto, no se pueden comparar entre estudios. Aun así, el tiempo de inicio de activación la variable más detallada en la discusión.

Tabla 4: Variables de estudio en artículos que comparan reentrenamiento del VMO con fortalecimiento de cuádriceps en general.

Variables de estudio	Medición de variables	
Dolor (2)	Escala de intensidad de dolor NRS-101:	Cuestionario McGill Pain
	Es una escala con valores de 0 a 100 caracterizados por ser "no dolor" y "máximo dolor posible" pidiendo al paciente que califique su "intensidad promedio de dolor en el mes anterior" (2).	Consiste en 3 clases principales de descriptores de palabras: sensorial, afectivo y evaluativo, que los pacientes utilizan para especificar su dolor. También contiene una escala de intensidad y otros ítems que determinan las propiedades del dolor (40).
Habilidad funcional (2)	Modified Functional Index Questionnaire	Triple hop test
	Comprende 10 preguntas cerradas: 1 (dolor), 2 (cojera), 3 (caminar 1,6 km) y 4 (subir escaleras), 5 (bajar escaleras), 6 (conducir media hora), 7 (sentadillas), 8 (arrodillarse), 9 (sentarse durante media hora), 10 (correr) (41).	Es una medición basada en el rendimiento que se usan para evaluar la combinación de fuerza muscular, control neuromuscular, confianza en la extremidad y la capacidad de tolerar cargas relacionadas con actividades específicas relacionadas con el deporte (42).
Calidad de vida (2)	Patient Generated Index (PGI)	El cuestionario Short) Form-36 Health Evaluation (SF-36)
	Cuestionario que indica a los encuestados que definan y califiquen su calidad de vida identificando áreas importantes de la vida afectadas por la enfermedad y el tratamiento, informando del grado de impacto durante la última semana para cada área y calificando cada área en términos de importancia para la calidad de vida (43).	Contiene 36 ítems. Mide la salud en ocho dimensiones de varios ítems, que cubren el estado funcional, el bienestar y la evaluación general de la salud (44).
Fuerza cuádriceps (3,4)	KinCom Dynamometer (4)	Biodex isokinetic dynamometer(3)
Inestabilidad femoropatelar (3)	Lysholm Knee Score	Norwich Patellar Instability score
	Se calcula una puntuación de 0 a 100 en función a 8 dominios: cojera, bloqueo, dolor, subida de escaleras, soporte, inestabilidad, hinchazón y cuclillas. Una puntuación de 95 a 100 se considera excelente, 84 a 94 es bueno, 65 a 83 es aceptable y <65 es pobre (45).	Consiste en 19 ítems compuestos por actividades de menor vigor (12 ítems) y actividades de alto vigor (7 ítems), ya sea en un plano (14 ítems) o multidireccionales (5 ítems) (46).
Nivel de actividad (3)	Tegner Level of Activity Score	
	Es una escala numérica en la que cada valor (0-10) representa actividades específicas. Se considera que un individuo que participa en deportes competitivos como fútbol, fútbol americano y rugby profesionalmente tiene un nivel de actividad de 10. Un individuo que participe en los deportes enumerados anteriormente, pero a nivel recreativo se considera que tiene un nivel de actividad de 6. Si tiene una pensión por discapacidad por los problemas de rodilla o baja por enfermedad se considera como 0 (45).	

Los resultados de los 3 artículos (2-4) que comparan el reentrenamiento del VMO con el fortalecimiento de cuádriceps en general están recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5: Resultados de artículos que comparan reentrenamiento VMO con fortalecimiento de cuádriceps.

Estudio	Población	Intervención	Variable de estudio	Resultados
<i>Syme et al., 2009</i> (2)	69 pacientes con síndrome femoropatelar	<p>Fisioterapia con énfasis en el reentrenamiento selectivo del VMO</p> <p>Fisioterapia con énfasis en el fortalecimiento del cuádriceps en general</p> <p>Grupo control sin tratamiento</p>	<p>Dolor:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuestionario McGill Pain (MPQ), El NRS-101 (Intensidad del dolor) <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ), triple hop test, Dos actividades funcionales: caminar entre 2 marcadores a 5 metros de distancia y una bajada de escaleras excéntrica sobre el miembro inferior con dolor <p>Calidad de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuestionario Short Form-36 Health Evaluation (SF-36) Patient Generated Index (PGI) 	<p>Aumento estadísticamente significativo en la excursión de la rodilla en el grupo general en comparación con el grupo control y mejora en el grupo selectivo en comparación con el grupo control (no estadísticamente significativa).</p> <p>Los resultados en la puntuación de MPQ respaldaron los resultados de las calificaciones NRS-101. Los grupos Selectivo y General revelaron reducciones estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control. No hubo diferencia estadística entre los grupos Selectivo y General. No hubo diferencias significativas en el triple hop test entre grupos.</p> <p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos después de la intervención para los puntajes MFIQ.</p> <p>Hubo mayores reducciones del dolor entre el grupo Selectivo en comparación con el Control y entre Grupo general y grupo de control que entre los grupos selectivo y general. Hubo una mejoría significativa en la función física SF-36 en el grupo Selectivo en comparación con los grupos Control y General y entre el General y Control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Selectivo y General.</p> <p>La función física del cuestionario SF-36 reveló una gran mejora del tamaño del efecto en el grupo Selectivo en comparación con el grupo Control y una mejora moderada del tamaño del efecto en el grupo General en comparación con el control. Solo hubo una diferencia "trivial" entre los grupos Selectivo y General.</p> <p>La PGI demostró puntuaciones estadísticamente significativamente mayores en el grupo Selectivo en comparación con el grupo Control y en el grupo General en comparación con el grupo Control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Selectivo y General.</p>
<i>Smith et al., 2015</i> (3)	50 pacientes post dislocación de rótula por primera vez	<p>Ejercicios específicos de vasto medial (VM)</p> <p>Ejercicios de cuádriceps en general</p>	<p>Nivel de actividad</p> <ul style="list-style-type: none"> Tegner Level of Activity Score <p>Inestabilidad femoropatelar</p> <ul style="list-style-type: none"> Lysholm Knee Score Norwich Patellar Instability) <p>Fuerza de extensión de rodilla isométrica a 0, 30, 60 y 90° de flexión de rodilla. Biodex isokinetic dynamometer</p>	<p>Hubo diferencias estadísticamente significativas en el resultado funcional y el nivel de actividad en el Lysholm Knee Score y en el Tegner level of activity Score a los 12 meses en el grupo de ejercicios del cuádriceps en general en comparación con el grupo VM. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para el puntaje NPI y la fuerza isométrica en cualquier intervalo de seguimiento.</p> <p>2 pacientes sufrieron dislocaciones de rótula, uno a la 3 semanas y otro a las 26 semanas después de la dislocación por primera vez en el grupo específico de VM, uno sufrió una subluxación en el grupo general de cuádriceps a las 6 semanas después de la aleatorización.</p>
<i>Bennell et al., 2010</i> (4)	60 individuos sin dolor con historia de rodilla y un tiempo de inicio de activación retrasado para VMO en comparación de VL.	<p>Programa MRC: ejercicios específicos de VMO que incorporan biofeedback por EMG en posiciones de soporte de peso funcional</p> <p>Programa QS: ejercicios en cadena cinética abierta de resistencia progresiva</p>	<p>Tiempo de inicio de activación de VMO VL (EMG)</p> <p>Fuerza del cuádriceps (dinamómetro KinCom)</p>	<p>Durante el ascenso de las escaleras, hubo una disminución del retraso de activación del VMO en comparación con el VL, pero no hubo una diferencia significativa en la cantidad de cambio en el tiempo de inicio de activación entre los grupos. Durante el descenso de la escalera, el tiempo VMO-VL cambió en ambos grupos, con un menor retraso en el tiempo de inicio de activación del VMO y con el grupo MCR mostrando un cambio mayor que el grupo QS. Después del tratamiento, el tiempo de inicio de activación del VMO mostró un menor retraso en el MCR que en el grupo QS.</p> <p>Al finalizar el entrenamiento, la fuerza del cuádriceps solo mejoró en el grupo QS.</p> <p>En el seguimiento, el tiempo de inicio de activación del VMO y la fuerza del cuádriceps habían mejorado en ambos grupos en comparación con el valor inicial, pero no hubo diferencia entre los grupos.</p>

7. Discusión

7.1. Activación selectiva:

Antes de abordar el objetivo principal de esta revisión, que es comparar el tratamiento basado en el reentrenamiento selectivo del vasto medial oblicuo con el fortalecimiento de cuádriceps en general, es necesario hacer, en consideración del autor, un estudio sobre si se puede o no activar selectivamente este músculo, más aún cuando en los estudios se pone en duda, se habla de cierta controversia, se afirma que hay evidencia contradictoria o se indica que no hay consenso en los parámetros o ejercicios a utilizar (2, 3, 5–11). Para intentar dar respuesta a esta cuestión se han encontrado 17 artículos (1,6–9,28–39) que describen diferentes ejercicios y sus efectos sobre el ratio y/o activación de VMO y VL. Con el fin de tener una mayor número de artículos para el análisis, ya que son pocos los estudios en pacientes con síndrome femoropatelar, se han incluido aquellos que evalúan los efectos de estos ejercicios sobre el ratio VMO:VL y su activación en personas sanas (6–8,28–36).

Para analizar si se puede activar selectivamente el VMO, se discutirán los resultados de esos 17 artículos (1,6–9,28–39), agrupándolos por el tipo de ejercicio que aborda cada uno de ellos y se realizará una síntesis final.

Activación selectiva según el tipo de ejercicio:

- **7.1.1 Sentadilla.**

Los ejercicios en cadena cinética cerrada, como las sentadillas, son comúnmente recomendados para la rehabilitación del síndrome femoropatelar, ya que, supuestamente, promueven la estabilidad funcional (7), actuando sobre la articulación femorotibial con menos fuerza de compresión y cizallamiento (30).

Kang et al. (28) sugieren que, para conseguir **activación selectiva del VMO**, es efectivo aplicar una sentadilla de 15° con **aducción de cadera** en **terreno inestable** y de 60° en **terreno estable**, siendo esta última más efectiva. Estos hallazgos coinciden, según ellos, con otros estudios previos en los que se indica que, según aumenta el ángulo de flexión, la activación de VMO y VL aumenta. Sin embargo, Jaberzadeh et al. (30) encontraron que, aunque los aumentos en la activación de VMO ocurrieron en profundidades de sentadilla 'más profundas' ninguna de las condiciones probadas produjo una activación preferencial de VMO. De esta manera, se pone en duda que la profundidad de la sentadilla por sí sola produzca una activación selectiva de VMO. Además, según Yoon et al. (38), no se muestra un incremento significativo del ratio en superficie plana o inclinada tras la realización de una sentadilla simple

sobre una sola pierna, de modo que no apoyan que se produzca activación selectiva modificando la estabilidad del terreno.

Una variable muy estudiada es la **incorporación de aducción de cadera** a estos ejercicios, ya que estudios previos de Hanten et al. (47) sugieren que es crucial para la activación selectiva de VMO. Estudios anatómicos en cadáveres han demostrado que las fibras de la VMO se originan en la parte distal del aductor mayor y que, al contraer los aductores, al VMO se le proporciona un "origen estable desde el cual contraerse" y aumenta la fuerza de contracción (7).

En relación a la aducción, Lee et al. (29) sugieren que un ejercicio de aducción de cadera con una pelota muestra un aumento de actividad de VMO por encima de VL, aunque la mejor forma de conseguir activación selectiva del VMO, según ellos, es mediante la sentadilla **convencional de 90°**. De todos modos, que una sentadilla por sí sola pueda producir actividad selectiva ya se ha puesto en duda anteriormente con el estudio de Jaberzadeh et al (30).

Estos estudios de Kang et al. (28) y Lee et al. (29), **indican que se puede lograr una activación selectiva** y se basan en el estudio de Earl et al (48)., para sugerir que la aducción de cadera puede conseguir una activación selectiva del VMO. Sin embargo, Earl et al (48). indican que, aunque la adición de aducción de cadera puede ser beneficioso en individuos con síndrome femoropatelar, no se puede concluir que este ejercicio pueda reclutar preferentemente al VMO. Las muestras de estos estudios (28,29) son pequeñas y en el estudio de Lee et al. (29) los valores de VMO y VL no están representados como ratio, lo que dificulta la interpretación de los resultados. Además, la colocación de los electrodos para la realización de la EMG que valora la activación y ratio VMO:VL en ambos estudios no está descrita. De hecho, indican que la colocación se realiza en el VMO (28,29), pero no especificar su colocación implica que el vasto medial largo (VML) ha podido ser evaluado en lugar del VMO, de modo que se cuestiona la fiabilidad de los datos obtenidos. Esto también dificulta la posibilidad de replicación de dichos estudios, como explican Smith et al (11). La escasa descripción de los ejercicios de Kang et al. (28), donde no señalan el ángulo de la cuña, la fuerza de aducción que se produce con la pelota ni la resistencia producida por la banda elástica; hace que se deban tomar los resultados de estos estudios con precaución.

Otros tres estudios **en sujetos sanos** (7,32,33) analizan el efecto de una sentadilla con aducción de cadera sobre la activación selectiva del VMO, dos (7,32) observando que puede lograrse una activación preferencial con la adición de aducción de cadera a una sentadilla mientras que otro (33). observa que los valores de VL también aumentaron

considerablemente y no habla de activación preferencial de VMO. Sin embargo, Hyong (32) no explica cuánta fuerza de aducción aplica, lo cual dificulta la posibilidad de replicación del ejercicio. A este debate hay que añadir los resultados de Miao et al. (37), que muestran que una sentadilla con aducción de cadera isométrica, dentro del grupo control formado por sujetos sanos, no produce un aumento significativo en la actividad del VMO o VL, aunque sí dentro del grupo con síndrome femoropatelar. De todos modos, en relación a la aducción de cadera como parámetro necesario para la obtención de activación selectiva de VMO, deben tenerse presentes los resultados de Choi et al. (35), que, tras observar los efectos de un ejercicio de extensión isométrica de rodilla con **aducción de cadera** durante 4 semanas, no encontraron aumentos del ratio VMO:VL. Además, Smith et al. (11) indican que no hay evidencia de que la aducción de cadera produzca una activación selectiva de VMO. Esto está apoyado también por los hallazgos de Song et al. (10) en el que la aducción en un ejercicio de Leg-press **no tuvo más efectos beneficiosos** sobre el dolor, hipertrofia del VMO o función de rodilla en que un leg-press convencional en pacientes con síndrome femoropatelar.

A estos datos hay que añadir los hallazgos previos de Coqueiro et al. (49), estudio muy citado para sugerir que **la activación preferencial se puede conseguir con una sentadilla con aducción de cadera**, sin embargo, en dicho estudio no se logró conseguir una activación selectiva. El mismo resultado encontraron Laprade et al. (50), que concluyeron que la **aducción** de cadera junto con extensión de rodilla no produjo un mayor reclutamiento de VMO comparado con el VL, y, aunque estos resultados no sean en una sentadilla, si tenemos en cuenta lo expuesto por Hanten et al. (47), deberían observarse valores mayores de VMO.

Por último, Chupeerach et al. (39) encuentran que una sentadilla sobre una pierna es efectiva para activar VMO y VL. Sin embargo, los resultados no se muestran como ratio, dificultando su interpretación.

De modo que, varios artículos (7,28,29,32,37) coinciden en que sí puede lograrse una activación selectiva del VMO con aducción de cadera isométrica en una sentadilla, sobre todo a 60°. Aún así, según los datos analizados previamente, no se puede decir que haya evidencia suficiente como para afirmar que la aducción de cadera en una sentadilla pueda producir activación selectiva. Deberíamos cuestionarnos por qué hay un incremento de estudios actuales que muestran esa activación selectiva cuando no parece que realicen variaciones sobre estudios previos, teniendo en cuenta que esos estudios previos parece haber más dudas sobre si puede o no activarse selectivamente el VMO, más aún cuando una revisión sistemática de 2009 de Smith et al. (11) indica que no hay evidencia de que pueda activarse selectivamente. Por tanto, aunque haya estudios (7,28,29,32,37) que indiquen que el VMO

puede activarse selectivamente con aducción de cadera, no se puede concluir con seguridad que esto sea posible, ya que las muestras son pequeñas, la mayoría de los estudios son en sujetos sanos, algunos estudios (28,29) tienen problemas de metodología, se dificulta su replicación y hay controversia entre estudios, lo que indica, en la opinión del autor de este TFG, que no hay suficiente evidencia como para afirmar que una sentadilla con aducción isométrica de cadera sea efectiva para lograr una activación selectiva del VMO.

- **7.1.2 Leg-press**

Peng et al. (8) rechazan que la aducción de cadera en un ejercicio leg-press sea efectiva para la activación selectiva de VMO mientras que Machado et al (34). lo apoyan.

Por un lado, Peng et al. (8) no encontraron una mayor actividad del VMO en fases concéntrica y excéntrica en los ejercicios de leg-press con aducción vigorosa y submáxima. Sin embargo, sí que aumentó el ratio, sobre todo con la aducción vigorosa, pero sin producir activación preferencial. Por otra parte, en el estudio de Machado et al. (34) se observa un aumento de actividad del VMO y del VL y un mayor ratio VMO:VL en el ejercicio de aducción. Un mayor ratio también se obtiene en el estudio de Peng et al. (8) sin embargo, Machado et al. (34) encuentran ratios de VMO:VL superiores a 1 en la fase concéntrica, lo cual produciría activación selectiva de VMO. Estos resultados se añaden al debate de si la aducción de cadera puede producir activación selectiva o no.

- **7.1.3 Sling.**

Dos estudios de Chang et al. (6,9), uno en sujetos sanos (6) y otro en pacientes con síndrome femoropatelar (9), analizan el efecto de la terapia con sling sobre la actividad y ratio de VMO y VL. Chang et al. (6) sugieren, en su primer estudio, que la terapia con sling en cadena cinética abierta produce activación preferencial mientras que, en su segundo estudio (9), indican que la terapia con sling en cadena cinética cerrada produce activación preferencial, no sucediendo en cadena cinética abierta. Este estudio presenta más fiabilidad ya que es más reciente y emplea una muestra mayor (60 sujetos con síndrome femoropatelar en comparación con los 7 sujetos sanos de su estudio previo (6)).

En relación al primer artículo (6), es cuestionable que los ejercicios en cadena cinética abierta sean efectivos en estos pacientes ya que Irish et al. (7) señalan que los ejercicios en cadena cinética abierta pueden ser poco beneficiosos o incluso pueden tener efectos adversos en la rehabilitación del síndrome femoropatelar porque se induce un mayor posicionamiento lateral de la rótula.

- **7.1.4 Isométricos**

Dos estudios (31,35) estudian los efectos de ejercicios isométricos sobre el ratio VMO:VL. Choi et al. (35) no demostraron aumentos del ratio VMO:VL y la extensión isométrica con rotación lateral de cadera de Roth et al. (31) supuso una disminución en la activación de VMO y VL y el ratio VMO:VL no aumentó. Por lo que los ejercicios isométricos de cuádriceps en diferentes posiciones no han demostrado una activación preferencial del VMO.

- **7.1.5 Lunge:**

Irish et al. (7) muestran un incremento del ratio VMO:VL con valores de 1:18:1. Sin embargo, en los resultados del estudio se observa que el ratio no es de 1:18:1 sino de 1:14:1. Kim et al. (36) utilizando varias cuñas, logran aumentar la actividad y ratio de VMO y VL, mostrando actividad preferencial con las cuñas posterior y medial. Sin embargo, no está explicada la colocación de los electrodos, el ejercicio realizado no está detallado de manera clara y los resultados no se pueden observar en tablas. De modo que se cuestiona la fiabilidad de los datos, se dificulta la interpretación de los mismos y hace que el estudio no sea reproducible.

- **7.1.6 Levantamiento con la pierna recta:**

Choi et al. (1) analizaron el efecto de añadir dorsiflexión como co-contracción al levantamiento recto de la pierna con rotación externa de cadera en pacientes con síndrome femoropatelar. Aunque la actividad del VMO y VL fue significativamente mayor durante el ejercicio con dorsiflexión, no se consiguió activación selectiva de VMO.

Como ya se ha mencionado pormenorizadamente, dado que la mayoría de los estudios se realizan en sujetos sanos (6–8,28–36), las muestras son pequeñas, alguno de los estudios (28,29,36) no explican la colocación de los electrodos para la realización de la EMG y los resultados obtenidos se contradicen, no se puede decir que haya evidencia suficiente para afirmar que se pueda activar selectivamente el músculo VMO. Tampoco se puede afirmar que exista un ejercicio concreto que active selectivamente al VMO en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana. Sin embargo, se puede establecer que los ejercicios en cadena cinética cerrada son más adecuados para este tipo de pacientes (7–9,28–30,32–34,37,39) ya que muchos simulan movimientos funcionales que se producen en las actividades de la vida diaria, de modo que este tipo de ejercicios tendrán un mayor valor a la hora de la rehabilitación (7,8,30,37). Sumado a esto, los ejercicios en cadena cinética cerrada muestran una mayor actividad del VMO que los ejercicios en cadena cinética abierta, que llegan a mostrar niveles de actividad del VL superiores a los de VMO y pueden tener efectos

adversos en la rehabilitación del síndrome femoropatelar porque se induce a una mayor posicionamiento lateral de la rótula (7). Además, se ha sugerido que los ejercicios en cadena cinética cerrada son más seguros debido a una menor cantidad de fuerza de cizallamiento entre la articulación femorotibial en el rango de movimiento funcional (37) mientras que los ejercicios en cadena cinética abierta producen una mayor fuerza de cizallamiento anterior que induce un estrés en la articulación femoropatelar (29).

Dentro de los ejercicios en cadena cinética cerrada se puede destacar la sentadilla con aducción de cadera, ya que ha sido el ejercicio más estudiado (7,28,29,32,33,37), es relativamente fácil de realizar ya que no requiere material extra y ha presentado unos valores altos de actividad de VMO y, aunque no exista evidencia de que active selectivamente al VMO, sí que podemos concluir que aumenta el ratio VMO:VL, de modo que sería ideal para estos pacientes. En cuanto a la profundidad, los grados en los que mejores resultados se han obtenido han sido 60° de flexión de rodilla (28,32,33,37). De todos modos, son necesarios más estudios que analicen los ejercicios citados en el apartado de “activación selectiva” dentro de un programa de rehabilitación y estudios electromiográficos en pacientes que sufran inestabilidad patelar y síndrome femoropatelar que evalúen los efectos de dichos tratamientos.

7.2. Comparación del efecto del entrenamiento selectivo del VMO con el cuádriceps en general.

Bennell et al. (4) comparan los efectos de un reentrenamiento del control motor del VMO (MCR) con un programa de entrenamiento de cuádriceps en general (QS) sobre **el tiempo de inicio de activación y la fuerza del cuádriceps.**

Tras del tratamiento, la medición de las variables mostró una reducción del retraso en el inicio de activación de VMO para el grupo MRC, mientras que la fuerza del cuádriceps había aumentado significativamente en el grupo QS. Es decir, se encontraron mejorías inmediatas en ambos grupos que coincidían con el objetivo de cada intervención. Sin embargo, tras un seguimiento de 8 semanas, se encontró que tanto la fuerza del cuádriceps como los valores de inicio de activación del VMO habían mejorado en ambos grupos. Por tanto, no se observan diferencias a largo plazo en el resultado de las intervenciones ya que, en ambas, existe mejoría en las variables estudiadas sin que exista diferencia significativa entre los grupos. La explicación que encuentran es que la mejoría de la rodilla desde el punto de vista funcional junto con la confianza ganada por el paciente puede haber inducido a mejorías en las variables no entrenadas. Además, las intervenciones incluyeron ejercicios con múltiples componentes y alguno puede haber producido efectos en otras variables, por lo que no está claro si es necesaria la especificidad de tratamiento para conseguir resultados a largo plazo.

De todos modos, los ejercicios de este estudio están intentando activar selectivamente al VMO con el miembro inferior en rotación externa. Sin embargo, esto va en contra de los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que Roth et al. (31) afirman que una rotación lateral de cadera disminuye la activación de VMO, VL y no muestran aumentos del ratio VMO:VL. Nuestros resultados son respaldados por Smith et al. (11), que indican que, de los 7 estudios que analizaban la rotación lateral de cadera sobre el ratio VMO:VL, ninguno encontró evidencia de que hubiese una activación selectiva de VMO. Además, Smith et al. (3) en su estudio en el que compara el fortalecimiento específico del vasto medial en comparación con el fortalecimiento general del cuádriceps, dicen que la adición de rotación lateral contradice la evidencia actual sobre el reclutamiento preferencial de VMO.

Syme et al. (2) muestran que, tanto en el grupo de entrenamiento selectivo de VMO como el grupo de entrenamiento general del cuádriceps, se produce una mejoría en cuanto a **dolor, función y calidad de vida**, pero sin haber diferencias significativas entre ambos. Sus resultados cuestionan si merece la pena el tiempo y esfuerzo dedicado a reentrenar el VMO específicamente y, según ellos, estos hallazgos se encuentran apoyados por estudios previos que muestran un mínimo valor añadido en cuanto a dolor y función con la incorporación de entrenamiento selectivo de VMO. Según Syme et al. (2) los clínicos **no deben centrarse demasiado en buscar activación selectiva**.

Por último, Smith et al. (3) seleccionan 4 ejercicios que proporcionan “alguna” evidencia de que la parte distal del vasto medial puede ser activada preferentemente. Sin embargo, el autor de este TFG no considera que “alguna evidencia” sea suficiente, más aún cuando los resultados que se obtienen en esta revisión bibliográfica muestran que no se puede afirmar que se pueda activar preferentemente el VMO. Sumado a esto, un estudio muestra que es difícil establecer diferencias anatómicas entre VMO Y VML (12), de modo que es posible que en estos estudios (2–4), dichos ejercicios no hayan reclutado selectivamente al VMO.

Aún así, Smith et al. (3) observaron diferencias estadísticamente significativas en la habilidad funcional y el nivel de actividad en el Lysholm Knee Score y en los resultados del Tegner level of activity a los 12 meses en el grupo de ejercicios del cuádriceps en general en comparación con el grupo centrado en el VMO. Sin embargo, según ellos, no tiene por qué ser importante clínicamente y parece que no hay una diferencia significativa en los resultados de ambos programas de tratamiento. Aún así, esa mejoría se observó en el grupo de fortalecimiento de cuádriceps en general y no en el de VMO, lo cual no apoya la idea de que

el reentrenamiento de VMO sea más efectivo que un fortalecimiento de cuádriceps en general en estos pacientes.

Los pacientes de los estudios de Syme et al. (2) y Bennel et al. (4) utilizaban biofeedback electromiográfico durante los ejercicios, mientras que los pacientes en el estudio de Smith et al. (3) no. Esto es una diferencia importante en cuanto a la intervención y, según Smith et al. (3) puede producir confusión en comparación con hacer los ejercicios sin esa retroalimentación.

De modo que ningún estudio muestra que los ejercicios centrados en la activación de VMO se traduzcan en un aumento de eficacia en comparación con un tratamiento general de cuádriceps. Smith et al. (3) indican que esto está ampliamente reafirmado en su estudio. De todos modos, el número de estudios es muy pequeño, por lo que serían necesarios un mayor número para poder establecer conclusiones más generales.

Por último, es posible que no se encuentren diferencias entre los tratamientos porque, simplemente, activar selectivamente al VMO no sea posible o no se haya hecho correctamente.

7. 4. Limitaciones del trabajo:

A la hora de realizar el trabajo, la primera limitación observada es la falta de estudios que comparen el reentrenamiento de VMO con el fortalecimiento de cuádriceps en general, pese a que es un tema controvertido. Otra limitación observada fue la contradicción entre los diferentes artículos encontrados. Hasta 2011 parece que, aunque falten estudios, hay más consenso en cuanto a que no se puede activar selectivamente el VMO, habiendo incluso una revisión sistemática que niega que se pueda hacer. Sin embargo, a partir de ese año, aparecen una mayor cantidad de estudios que, tomando como referencia estudios previos y no variando su estructura o variables medidas, encuentran resultados completamente diferentes, lo cual se escapa de la comprensión del autor de este TFG ya que, aparentemente, la metodología es similar.

8. Conclusión.

Tras los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica, se concluye que:

- No se puede afirmar que el reentrenamiento o los ejercicios centrados en la activación específica del VMO sean más efectivos que un programa de fortalecimiento de cuádriceps en general para la mejora de los síntomas en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.
- No se puede concluir que se pueda activar selectivamente el VMO con los ejercicios analizados tanto en personas sanas como en pacientes con síndrome femoropatelar e inestabilidad rotuliana.
- No existe evidencia suficiente para afirmar que haya un ejercicio concreto que active selectivamente al VMO. No obstante, el ejercicio de sentadilla de 60° de flexión y aducción de cadera isométrica sí ha mostrado conseguir un aumento del ratio VMO:VL. Son necesarios más estudios en pacientes con síndrome femoropatelar que aporten suficiente evidencia para establecer si es posible activar selectivamente al VMO y con qué ejercicios.

9.- Bibliografía.

1. Choi SA, Cynn HS, Yoon TL, Choi WJ, Lee JH. Effects of Ankle Dorsiflexion on Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscle Activity During Straight Leg Raise Exercise with Hip External Rotation in Patellofemoral Pain Syndrome. *J Musculoskelet Pain*. 2014; 22(3): 260–267.1.
2. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Man Ther*. 2008; 14(3):252–63.
3. Smith TO, Chester R, Cross J, Hunt N, Clark A, Donell ST. Rehabilitation following first-time patellar dislocation: A randomised controlled trial of purported vastus medialis obliquus muscle versus general quadriceps strengthening exercises. *Knee*. 2015; 22(4): 313-320.
4. Bennell K, Duncan M, Cowan S, McConnell J, Hodges P, Crossley K. Effects of vastus medialis oblique retraining versus general quadriceps strengthening on vasti onset. *Med Sci Sport Exerc*. 2010; 42(5):856-864.
5. Ng GY, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008; 18(1): 128-133.
6. Chang WD, Huang WS, Lee CL, Lin HY, Lai PT. Effects of Open and Closed Kinetic Chains of Sling Exercise Therapy on the Muscle Activity of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26 (9): 1363-1366.
7. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GL. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(5): 1256-1262.
8. Peng HT, Kernozek TW, Song CY. Muscle activation of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during a dynamic leg press exercise with and without isometric hip adduction. *Phys Ther Sport*. 2013; 14(1): 44-9.
9. Chang WD, Huang WS, Lai PT. Muscle Activation of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis in Sling-Based Exercises in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Cross-Over Study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015: 740315.
10. Song CY, Lin SYMM, Wie TG, Lin DH, Yen TY, Jan MH. Surplus Value of Hip Adduction in Leg-Press Exercise in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*. 2009; 89(5): 409-418.
11. Smith TO, Bowyer D, Dixon J, Stephenson R, Chester R, Donell ST. Can vastus medialis oblique be preferentially activated? A systematic review of electromyographic studies. *Physiother Theory Pract*. 2009; 25(2): 69-98.
12. Smith TO, Nichols R, Harle D, Donell ST. Do the Vastus Medialis Obliquus and Vastus Medialis Longus Really Exist? A Systematic Review. *Clin Anat*. 2009; 22(2): 183-199.

13. McConnell J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med.* 2002; 21(3): 363-387.
14. Kapandji AI. *Fisiología articular.* Vol. 2. 6° ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
15. Kopydowski NJ, Weber AE, Sekiya JK. Functional Anatomy of the Hamstrings and Quadriceps. En: Kaeding C, Borchers JR, editores. *Hamstring and Quadriceps Injuries in Athletes: A Clinical. Guide.* Boston: Springer; 2014: 1-14.
16. Kruckeberg BM, Chahla J, Moatshe G, Cinque ME, Muckenhirn KJ, Godin JA, et al. Quantitative and Qualitative Analysis of the Medial Patellar Ligaments: An Anatomic and Radiographic Study. *Am J Sports Med.* 2018;46(1):153-62.
17. Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann G-P, et al. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2264-74.
18. Draper CE, Besier TF, Santos JM, Jennings F, Fredericson M, Gold GE, et al. Using real-time MRI to quantify altered joint kinematics in subjects with patellofemoral pain and to evaluate the effects of a patellar brace or sleeve on joint motion. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2009;27(5):571-7.
19. Wilson NA, Press JM, Koh JL, Hendrix RW, Zhang L-Q. In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(3):558-66.
20. Green ST. Síndrome femoropatelar: clínica y tratamiento. *EMC, Kin, Med Fis.* 2005; 26(3): 1-19.
21. Pal S, Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Delp SL, Beaupre GS, Besier TF. Patellar maltracking correlates with vastus medialis activation delay in patellofemoral pain patients. *Am J Sports Med.* 2011; 39(3): 590-598.
22. 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;82(2):183-9.
23. Sinsurin K, Vachalathiti R, Jalayondeja W, Limroongreungrat W. Altered Peak Knee Valgus during Jump-Landing among Various Directions in Basketball and Volleyball Athletes. *Asian J Sports Med.* 2013;4(3):195-200.
24. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(1):12-8.
25. Baldon R de M, Nakagawa TH, Muniz TB, Amorim CF, Maciel CD, Serrão FV. Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *J Athl Train.* 2009;44(5):490-6.

26. Sanchís Alfonso V. Dolor anterior de rodilla e inestabilidad rotuliana en el paciente joven. Madrid: Médica Panamericana; 2003.
27. Calvo R, Anastasiadis Z, Figueroa D, Vaisman A. Reconstrucción del ligamento patelo femoral medial Técnica quirúrgica. *Artroscopia*. 2010; 17(2): 163-169.
28. Kang JI, Park JS, tai H, Jeong DK, Kwon HM, Moon YJ. A study on muscle activity and ratio of the knee extensor depending on the types of squat exercise. *J Phys Ther Sci*. 2017; 29(1): 43-47.
29. Lee TK, Park SM, Yun SB, Lee AR, Lee YS, Yong MS. Analysis of vastus lateralis and vastus medialis oblique muscle activation during squat exercise with and without a variety of tools in normal adults. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28(3): 1071-1073.
30. Jaberzadeh S, Yeo D, Zoghi M. The Effect of Altering Knee Position and Squat Depth on VMO:VL EMG Ratio During Squat Exercises. *Physiother Res Int*. 2016; 21(3): 164-73.
31. Roth H, Voorhies J, Bambenek M, Boyd M, Bird M. Quadriceps Muscle Activity During an Isometric Contraction with Lateral Hip Rotation. *Mo J Health, Phys Ed, Rec Dance*. 2007; 17: 101-107.
32. Hyong IH. Effects of squats accompanied by hip joint adduction on the selective activity of the vastus medialis oblique. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27 (6): 1979-1981.
33. Felício LR, Dias LA, Silva AP, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises. *Rev Bras Fisioter*. 2011; 15 (3): 206-211.
34. Machado W, Paz G, Mendes L, Maia M, Winchester JB, Lima V, Willardson JM, Miranda H. Myoelectric activity of the quadriceps during leg press exercise performed with differing techniques. *J Strength Cond Res*. 2017; 31 (2): 422-429.
35. Choi B, Kim M, Jeon HS. The effects of an isometric knee extension with hip adduction (KEWHA) exercise on selective VMO muscle strengthening. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011; 21(6): 1011-1016.
36. Kim MH, Yoo WG. Effects of Various Foot Wedge Boards on Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscles during Lunge Exercise. *J Phys Ther Sci*. 2013; 25 (3): 233-234.
37. 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; 16: 289.
38. Yoon TL, Kim KS, Cynn HS. Comparison of the knee valgus angle, leg muscle activity, and vastus medialis oblique/vastus lateralis ratio during a single leg squat on flat and declined surfaces in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Isokinet Exerc Sci*. 2016; 24 (4): 341-347.

39. Chupeerach N, Somprasong S, Bovonsunthonchai S. Comparison of Muscle Activities between Two Unilateral Weight Bearing Exercises in Patellofemoral Pain Syndrome. *Walailak J Sci Technol.* 2016; 13 (4): 243-250.
40. Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: major properties and scoring methods. *Pain.* septiembre de 1975;1(3):277-99.
41. Selfe J, Harper L, Pedersen I, Breen-Turner J, Waring J. Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems: Part 1. Development and validity. *Physiotherapy.* 1 de octubre de 2001;87(10):507-15.
42. Logerstedt D, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, Risberg MA, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med.* octubre de 2012;40(10):2348-56.
43. Tavernier SS, Beck SL, Clayton MF, Pett MA, Berry DL. Validity of the Patient Generated Index as a quality-of-life measure in radiation oncology. *Oncol Nurs Forum.* mayo de 2011;38(3):319-29.
44. Brazier JE, Harper R, Jones NM, O’Cathain A, Thomas KJ, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *BMJ.* 18 de julio de 1992;305(6846):160-4.
45. Briggs KK, Steadman JR, Hay CJ, Hines SL. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med.* mayo de 2009;37(5):898-901.
46. Smith TO, Donell ST, Clark A, Chester R, Cross J, Kader DF, et al. The development, validation and internal consistency of the Norwich Patellar Instability (NPI) score. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* febrero de 2014;22(2):324-35.
47. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther.* 1990;70(9):561-5.
48. Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2001;11(6):381-6.
49. Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2005;15(6):596-603.
50. Laprade J, Culham E, Brouwer B. Comparison of five isometric exercises in the recruitment of the vastus medialis oblique in persons with and without patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(3):197-204.

10.- ANEXOS

Anexo 1. Estrategia de búsqueda inicial de revisiones sistemáticas.

Base de datos	Búsqueda	Ecuaciones de búsqueda	Límites	Resultados
Pubmed	Avanzada	((("Quadriceps Muscle"[Mesh] OR "Quadriceps Muscle"[tiab] OR "vastus medialis"[tiab] OR "vmo"[tiab] OR "vastus medialis obliquus"[tiab] OR "vastus medialis oblique"[tiab])) AND (("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR "physical therapy"[tiab] OR "physiotherapy"[tiab] OR "exercise" [tiab] OR "exercise" [Mesh] OR "stregthening"[tiab] OR "retraining"[tiab]))) AND ("Patellofemoral Pain Syndrome"[Mesh] OR "patellar dislocation"[tiab] OR "Anterior Knee Pain Syndrome"[tiab] OR "Patellofemoral Pain Syndrome"[tiab] OR "patellar instability"[tiab])	<p>Fecha de publicación: 01/01/2007 - 31/12/2017</p> <p>Sujetos: Humanos</p> <p>Idioma: Inglés, Portugués y Español</p> <p>Tipo de artículo: revisión sistemática.</p>	8
Pedro	Avanzada	Abstract & Tittle "Vastus medialis"	<p>Therapy: strength training</p> <p>Problem: pain</p> <p>body part: lower leg or knee</p> <p>subdiscipline: musculoskeletal</p> <p>Method: systematic review</p> <p>published since: 2007</p>	2
Cochrane	Avanzada	'Quadriceps OR "Vastus medialis" OR "Vastus medialis obliquus" OR "Vastus medialis oblique" OR VMO in Title, Abstract, Keywords and "Patellofemoral Pain Syndrome" OR "Anterior Knee Pain Syndrome" OR "Patellar dislocation" OR "Patelar instability" in Title, Abstract, Keywords and "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining" in Title, Abstract, Keywords	<p>Fecha de publicación: From 2007 to 2017</p> <p>Tipo de documento: Revisión sistemática</p>	Cochrane reviews: 2 Other reviews: 1

Scopus	Avanzada	((TITLE-ABS-KEY (quadriceps) OR TITLE-ABS-KEY ("vastus medialis") OR TITLE-ABS-KEY (vmo) OR TITLE-ABS-KEY ("Vastus medialis obliquus") OR TITLE-ABS-KEY ("Vastus medialis oblique"))) AND (TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy Modalities") OR TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy Specialty") OR TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy") OR TITLE-ABS-KEY (physiotherapy) OR TITLE-ABS-KEY (exercise) OR TITLE-ABS-KEY (strengthening) OR TITLE-ABS-KEY (retraining)) AND (TITLE-ABS-KEY ("Patellofemoral Pain Syndrome") OR TITLE-ABS-KEY ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR TITLE-ABS-KEY ("Patellar dislocation") OR TITLE-ABS-KEY ("Patelar instability"))	Fecha de publicación: desde 2007 hasta 2017 Idioma: Inglés, castellano, portugués Tipo de estudio: Review	38
CINAHL	Avanzada	("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining") AND (((Quadriceps) OR ("Vastus medialis") OR ("Vastus medialis obliquus") OR ("Vastus medialis oblique") OR (VMO)) AND (("Patellofemoral Pain Syndrome") OR ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR ("Patellar dislocation") OR ("patellar instability"))) AND ("Physical Therapy Modalities") OR ("Physical Therapy Specialty") OR ("Physiotherapy") OR ("Physical Therapy") OR ("Exercise") OR ("Strengthening") OR ("Retraining")))	Fecha: 2007-2017 Tipo de documento: Systematic review Idioma: inglés	4
SPORTDiscus	Avanzada	("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining") AND (((Quadriceps) OR ("Vastus medialis") OR ("Vastus medialis obliquus") OR ("Vastus medialis oblique") OR (VMO)) AND (("Patellofemoral Pain Syndrome") OR ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR ("Patellar dislocation") OR ("patellar instability"))) AND ("Physical Therapy Modalities") OR ("Physical Therapy Specialty") OR ("Physiotherapy") OR ("Physical Therapy") OR ("Exercise") OR ("Strengthening") OR ("Retraining")))	Fecha: 2007-2017 Tipo de documento: Review Idioma: inglés	0

Anexo 2. Estrategia de búsqueda de artículos.

Base de datos	Búsqueda	Ecuación de búsqueda	Límites	Resultados	Seleccionados
Pubmed	Avanzada	((("Quadriceps Muscle"[Mesh] OR "Quadriceps Muscle"[tiab] OR "vastus medialis"[tiab] OR "vmo"[tiab] OR "vastus medialis obliquus"[tiab] OR "vastus medialis oblique"[tiab])) AND (("Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh] OR "physical therapy"[tiab] OR "physiotherapy"[tiab] OR "exercise" [tiab] OR "exercise" [Mesh] OR "stregthening"[tiab] OR "retraining"[tiab]))) AND ("Patellofemoral Pain Syndrome"[Mesh] OR "patellar dislocation"[tiab] OR "Anterior Knee Pain Syndrome"[tiab] OR "Patellofemoral Pain Syndrome"[tiab] OR "patellar instability"[tiab])	Fecha de publicación: De 2007/01/01 a 2017/12/31 Especie: Humanos Idioma: Inglés, portugués, castellano. Tipo de artículo: Clinical Study Clinical Trial Comparative Study Controlled Clinical Trial Observational Study Randomized Controlled Trial Journal Article	71	4
		Exercise[MeSH Terms] AND ("VMO"[Title/Abstract] OR "VASTUS MEDIALIS OBLIQUU"[Title/Abstract] OR "VASTUS MEDIALIS OBLIQUE"[Title/Abstract]) Abstract & Tittle "Vastus medialis"	28	5	
Pedro	Avanzada	Abstract & Tittle "Vastus medialis"	Therapy strength training Problem pain body part lower leg or knee subdiscipline musculoskeletal published since 2007	13	0

Cochrane	Avanzada	'Quadriceps OR "Vastus medialis" OR "Vastus medialis obliquus" OR "Vastus medialis oblique" OR VMO in Title, Abstract, Keywords and "Patellofemoral Pain Syndrome" OR "Anterior Knee Pain Syndrome" OR "Patellar dislocation" OR "Patelar instability" in Title, Abstract, Keywords and "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining" in Title, Abstract, Keywords	Fecha de publicación: desde 2007 hasta 2017 Tipo de estudio: Trial	58	0
Scopus	Avanzada	((TITLE-ABS-KEY (quadriceps) OR TITLE-ABS-KEY ("vastus medialis") OR TITLE-ABS-KEY (vmo) OR TITLE-ABS-KEY ("Vastus medialis obliquus") OR TITLE-ABS-KEY ("Vastus medialis oblique"))) AND (TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy Modalities") OR TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy Specialty") OR TITLE-ABS-KEY ("Physical Therapy") OR TITLE-ABS-KEY (physiotherapy) OR TITLE-ABS-KEY (exercise) OR TITLE-ABS-KEY (strengthening) OR TITLE-ABS-KEY (retraining)) AND (TITLE-ABS-KEY ("Patellofemoral Pain Syndrome") OR TITLE-ABS-KEY ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR TITLE-ABS-KEY ("Patellar dislocation") OR TITLE-ABS-KEY ("Patelar instability")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2010) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2009) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2008) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2007)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Portuguese") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))	Fecha de publicación: 2007-2017 Idioma: Castellano, portugués, inglés Tipo de documento: Article	123	9
CINAHL	Avanzada	("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining") AND (((Quadriceps) OR ("Vastus medialis") OR ("Vastus medialis obliquus") OR ("Vastus medialis oblique") OR (VMO)) AND (("Patellofemoral Pain Syndrome") OR ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR ("Patellar dislocation") OR ("patellar instability"))) AND (("Physical Therapy Modalities") OR ("Physical Therapy Specialty") OR ("Physiotherapy") OR ("Physical Therapy") OR ("Exercise") OR ("Strengthening") OR ("Retraining")))	Fecha de publicación: 2007/01/01-2017/12/31 Tipo de fuentes: publicaciones académicas Revistas Idioma: Inglés, portugués	85	0
SPORTDiscus	Avanzada	("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physical Therapy" OR "Exercise" OR "Strengthening" OR "Retraining") AND (((Quadriceps) OR ("Vastus medialis") OR ("Vastus medialis obliquus") OR ("Vastus medialis oblique") OR (VMO)) AND (("Patellofemoral Pain Syndrome") OR ("Anterior Knee Pain Syndrome") OR ("Patellar dislocation") OR ("patellar instability"))) AND (("Physical Therapy Modalities") OR ("Physical Therapy Specialty") OR ("Physiotherapy") OR ("Physical Therapy") OR ("Exercise") OR ("Strengthening") OR ("Retraining")))	Fecha de publicación: 2007/01/01-2017/12/31 Tipo de fuentes: publicaciones académicas Revistas Idioma: Inglés, portugués	79	2

Anexo 3: Análisis de los artículos.

Artículo	Tipo de estudio	Objetivos	Muestra	Variables de estudio	Medición de variables
<i>A study on muscle activity and ratio of the knee extensor depending on the types of squat exercise</i> Kang et al., 2017	Ensayo no controlado	Sugerir un método adecuado de sentadilla que presente una activación selectiva de Vasto medial oblicuo y un mejor ratio VMO/VL.	24 varones sanos	Actividad muscular y ratio de actividad (VMO/VL).	Electromiografía
<i>Analysis of vastus lateralis and vastus medialis oblique muscle activation during squat exercise with and without a variety of tools in normal adults</i> Lee et al., 2016	Ensayo no controlado	Aclarar qué tipo de ejercicio puede fortalecer selectivamente el músculo VMO evaluando los efectos de una sentadilla con y sin una variedad de herramientas incluyendo una pelota de gimnasio, cuña y banda elástica en los músculos vasto lateral y vasto medial oblicuo.	20 sujetos sanos	Actividad en el músculo VL y VMO según el tipo de sentadilla	Electromiografía
<i>Muscle Activation of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis in Sling-Based Exercises in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Cross-Over Study</i> Chang et al., 2015	Ensayo cruzado	Examinar qué cambios se producen en la actividad del vasto medial oblicuo (VMO) y vasto lateral (VL) en ejercicios basados en sling en pacientes con síndrome patelofemoral y compararlos.	30 varones y 30 mujeres con síndrome femoropatelar	La actividad muscular del VL y del VMO y el ratio de VMO:VL	Electromiografía
<i>Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome.</i> Miao et al., 2015	Estudio transversal	Investigar el efecto de una semi sentadilla con y sin aducción de cadera en la activación del vasto medial oblicuo (VMO) y vasto lateral (VL) en pacientes con síndrome femoropatelar.	30 pacientes con síndrome femoropatelar al grupo de estudio, 30 sanos en el grupo control	Activación del VMO y VL. Índices Time domain (RMS, IEMG) y frequency domain (MPF)	Electromiografía
<i>The Effect of Altering Knee Position and Squat Depth on VMO : VL EMG Ratio During Squat Exercises.</i> Jaberzadeh et al., 2015	Ensayo no controlado	Investigar el efecto de alterar la posición de rodilla y la profundidad de la sentadilla en el ratio de VMO y VL.	18 (7 varones y 11 mujeres) sanos	VMO:VL ratio	Electromiografía
<i>Rehabilitation following first-time patellar dislocation: a randomised controlled trial of purported vastus medialis obliquus muscle versus general quadriceps strengthening exercises.</i> Smith et al., 2015	Ensayo controlado aleatorizado	Definir si el fortalecimiento muscular de la parte distal del vasto medial (VM) obtiene una mayor mejoría funcional en comparación con el fortalecimiento del cuádriceps en general tras la dislocación de rótula por primera vez.	50 (28 varones, 22 mujeres) pacientes post dislocación de rótula por primera vez.	Nivel de actividad Inestabilidad femoropatelar fuerza de extensión de rodilla isométrica a 0, 30, 60 y 90° de flexión de rodilla.	Hand-held dynamometer para medir la extensión isométrica Lysholm Knee Score: para inestabilidad Norwich Patellar Instability score: para inestabilidad femoropatelar

					<p>Tegner Level of Activity Score: para nivel de actividad</p> <p>Frecuencia de dislocaciones de rótula recurrentes que requieren cuidados de emergencia o salud.</p> <p>Número de complicaciones</p>
<p><i>Effects of Open and Closed Kinetic Chains of Sling Exercise Therapy on the Muscle Activity of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis.</i> Chang et al., 2014</p>	Ensayo cruzado	Estudiar los cambios en la actividad muscular del cuádriceps que se producen en un ejercicio en cadena cinética cerrada (SCCKE) y uno en abierta (SOCKE)	7 universitarias sanas	La actividad (MVC%) fue calculada para el VMO y el VL. Ratio VMO:VL	Electromiografía
<p><i>The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis.</i> Irish et al., 2010</p>	Ensayo no controlado	Investigar los efectos de 2 ejercicios en cadena cinética cerrada y uno en cadena cinética abierta en la actividad muscular del VMO y VL.	22 individuos (11 varones, 11 mujeres) asintomáticos participaron.	Activación (%MVC) de VMO y VL y VMO:VL ratio	EMG
<p><i>Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening.</i> Syme et al., 2009</p>	Ensayo controlado aleatorizado	Comparar los efectos de la rehabilitación con énfasis en el reentrenamiento del vasto medial (VMO) y la rehabilitación con énfasis en el fortalecimiento general del cuádriceps femoral en dolor, función y calidad de vida en pacientes con síndrome femoropatelar (SFPT).	69 pacientes son síndrome femoropatelar	Dolor, función y calidad de vida.	<p>Dolor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario McGill Pain (MPQ), • El NRS-101 (Intensidad del dolor) <p>Función:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ), • triple hop test, • Dos actividades funcionales: caminar entre 2 marcadores a 5 metros de distancia y una bajada de escaleras excéntrica sobre el miembro inferior con dolor <p>Calidad de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario Short Form-36 Health Evaluation (SF-36) • Patient Generated Index (PGI)

<p><i>Quadriceps Muscle Activity During an Isometric Contraction with Lateral Hip Rotation</i> Roth et al., 2007.</p>	Ensayo no controlado	Determinar el efecto de la rotación lateral de cadera en la activación en el EMG de VMO, VL y recto femoral (RF) durante una contracción isométrica.	14 mujeres sanas.	Se calculó el ratio VMO: VL y se realizó una correlación para determinar la relación entre el ángulo Q y la actividad VMO:VL en el EMG. Máxima contracción isométrica y tiempo de activación	EMG
<p><i>Comparison of the knee valgus angle, leg muscle activity, and vastus medialisoblique/vastus lateralis ratio during a single leg squat on flat and declined surfaces in individuals with patellofemoral pain Syndrome</i> Yoon et al., 2016</p>	Ensayo no controlado	Investigar el ángulo valgo de la rodilla, la actividad muscular de la pierna y el ratio VMO:VL durante una sentadilla con una sola pierna (SLS) en una superficie declinada en individuos con SFPT.	15 adultos jóvenes con síndrome femoropatelar (9 hombres, 6 mujeres).	Ángulo de valgo de rodilla, actividad muscular de la pierna (rectus femoris (RF), VMO, VL, glúteo medio, tibial anterior, gastrocnemios) y ratio VMO/VL	EMG, marcadores y una cámara para el valgo.
<p><i>Effects of squats accompanied by hip joint adduction on the selective activity of the vastus medialis oblique</i> Hyong, 2015</p>	Ensayo no controlado	Examinar los efectos de una sentadilla acompañada de aducción de cadera con el fin de mantener la condición isométrica sin ninguna herramienta sobre la actividad selectiva de la VMO.	15 estudiantes sanos (9 varones y 6 mujeres)	ratio VMO:VL	EMG
<p><i>Effects of ankle dorsiflexion on vastus medialis oblique and vastus lateralis muscle activity during straight leg raise exercise with hip external rotation in patellofemoral pain syndrome.</i> Choi et al., 2014</p>	Ensayo controlado	Investigar el efecto de la dorsiflexión de tobillo [DF] combinada con elevación recta de la pierna y rotación externa de cadera [SLRER] sobre la actividad muscular del VMO y VL y sobre el ratio VMO/VL en sujetos con síndrome femoropatelar y sujetos sanos del grupo control.	26 sujetos (13 con síndrome femoropatelar, 13 sanos).	Actividad muscular de VMO y VL y ratio VMO/VL	EMG
<p><i>Effects of various foot wedge boards on vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles during lunge exercise.</i> Kim et al., 2013</p>	Ensayo no controlado	Analizar las diferencias en la actividad muscular del vasto lateral (VL) y vasto medial oblicuo (VMO) y el ratio VMO / VL en el ejercicio de lunge usando una variedad de cuñas.	20 varones sanos	Actividad muscular del VMO y VL y ratio VMO/VL	EMG

<p><i>Comparison of Muscle Activities between Two Unilateral Weight Bearing Exercises in Patellofemoral Pain Syndrome</i> <i>Chupeerach et al., 2015</i></p>	<p>Ensayo cruzado</p>	<p>Comparar las actividades musculares de Glúteo medio (GMed), Vasto Medial Oblicuo (VMO) y de Vasto Lateral (VL) durante las fases excéntricas y concéntricas entre los ejercicios "forward step up" y sentadilla con una pierna en pacientes con síndrome femoropatelar.</p>	<p>10 mujeres con síndrome femoropatelar.</p>	<p>Actividad muscular de Gmed, VMO y VL.</p>	<p>EMG.</p>
<p><i>Effects of Vastus Medialis Oblique Retraining versus General Quadriceps Strengthening on Vasti Onset.</i> <i>Bennell et al., 2010</i></p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado</p>	<p>Comparar los efectos del reentrenamiento del control motor del vasto medial oblicuo y el fortalecimiento de cuádriceps en el tiempo de inicio de activación del vasto medial oblicuo y el vasto lateral.</p>	<p>60 individuos sin dolor con historia de dolor anterior de rodilla y un tiempo de inicio de activación retrasado para VMO en comparación de VL.</p>	<p>Tiempo de inicio de activación de VMO y VL y fuerza del cuádriceps</p>	<p>EMG para tiempo de inicio de activación dinamómetro KinCom para fuerza del cuádriceps</p>
<p><i>Muscle activation of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during a dynamic leg press exercise with and without isometric hip adduction.</i> <i>Peng et al., 2013.</i></p>	<p>Ensayo no controlado</p>	<p>Investigar los efectos de la aducción isométrica de cadera submáxima y vigorosa sobre la actividad vasto medial oblicuo (VMO) y vasto lateral (VL) durante el ejercicio de leg-press desde 90° de flexión de la rodilla hasta la extensión completa</p>	<p>10 estudiantes varones sanos</p>	<p>Activación electromiográfica de VMO, VL y aductor largo (HA) así como el ratio VMO / VL entre diferentes ejercicios de leg-press</p>	<p>EMG</p>
<p><i>Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises.</i> <i>Lilian R. Felício et al., 2011.</i></p>	<p>Ensayo no controlado</p>	<p>Comparar la actividad electromiográfica de estabilizadores de rótula y pélvicos durante la sentadilla tradicional y la sentadilla tradicional asociada con aducción o abducción de cadera isométrica en sujetos sin dolor anterior de rodilla</p>	<p>15 mujeres sanas</p>	<p>La actividad electromiográfica de VMO, VLO, Glúteo medio y VL</p>	<p>EMG</p>
<p><i>Myoelectric activity of the quadriceps during leg press exercise performed with differing techniques.</i> <i>Machado et al., 2016</i></p>	<p>Ensayo cruzado aleatorizado</p>	<p>El propósito de este estudio es analizar la respuesta electromiográfica para el VL, VMO, recto femoral y bíceps femoral, así como el ratio VMO:VL durante un leg pres a 45° tradicional comparado con leg-press con fitball y una banda elástica.</p>	<p>13 mujeres sanas</p>	<p>La actividad mioeléctrica de Recto Femoral (RF), Bíceps femoral (BF), Vasto medial oblicuo (VMO), vasto lateral (VL), y ratio VMO:VL</p>	<p>EMG</p>

<p><i>The effects of an isometric knee extension with hip adduction (KEWHA) exercise on selective VMO muscle strengthening</i> Choi et al., 2011</p>	<p>Ensayo no controlado</p>	<p>Investigar los efectos de cuatro semanas de entrenamiento realizando un ejercicio de extensión de rodilla con aducción de cadera (KEWHA) en participantes asintomáticos. Además de comparar diferentes métodos de medición de tiempo de inicio de activación electromiográfico.</p>	<p>18 sujetos asintomáticos</p>	<p>Tiempo de inicio de activación electromiográfico VMO y VL y ratio VMO:VL</p>	<p>EMG</p>
Artículo	Intervención	Duración	Resultados		Conclusiones
<p>A study on muscle activity and ratio of the knee extensor depending on the types of squat exercise. Kang et al., 2017</p>	<p>Una sentadilla isométrica con aducción de cadera a 15°, 45°, y 60° de flexión de rodilla y en una superficie estable e inestable.</p>	<p>1 sesión</p>	<p>La activación del VMO dependiendo de la flexión de rodilla mostró diferencias significativas a 15° y 60° pero no a 45°. El ratio de activación muscular (VMO/VL) dependiendo de la flexión de rodilla mostró diferencias significativas a 15° y 60° pero no a 45°.</p>		<p>Para reforzar el VMO selectivamente, es efectivo aplicar una sentadilla con un ángulo de 15 grados en un terreno inestable con aducción de cadera y en un terreno fijo, el ejercicio de sentadilla con un ángulo de 60 grados es más efectivo.</p>
<p>Analysis of vastus lateralis and vastus medialis oblique muscle activation during squat exercise with and without a variety of tools in normal adults Lee et al 2016</p>	<p>4 tipos de sentadilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la convencional con 90° flexión • con una pelota (aducción de cadera) • en una cuña • con una banda elástica 	<p>1 sesión</p>	<p>La actividad en el EMG del músculo VMO en la sentadilla en cuña fue significativamente mayor que en el ejercicio de sentadilla con una banda elástica. No hubo diferencias significativas aunque la actividad muscular VMO en el ejercicio de sentadilla convencional y el ejercicio de sentadilla con cuña fueron más altos que en el ejercicio de sentadilla con una pelota de gimnasia y con banda elástica, respectivamente.</p> <p>No hubo diferencias significativas entre los ejercicios en relación a la actividad muscular del vasto lateral</p>		<p>Aunque la actividad del VMO durante la sentadilla con pelota y con banda elástica fue menor que la sentadilla convencional, una mayor activación del VMO se observó en la sentadilla con cuña. Sin embargo, esta no induce a una activación selectiva del VMO porque la actividad del VMO y VL fue prácticamente la misma. La sentadilla convencional es el mejor método para la activación selectiva. El estudio sugiere que una sentadilla convencional puede ser útil como intervención en individuos con síndrome femoropataer.</p>
<p>Muscle Activation of Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis in Sling-Based Exercises in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Cross-Over Study Chang et al., 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de extensión de rodilla basados en sling en cadena cinética abierta • Ejercicio de extensión de rodilla basado en sling en cadena cinética cerrada • Ejercicio de aducción de cadera basado en sling. 	<p>1 sesión</p>	<p>Actividad eléctrica del VMO y VL.</p> <p>La activación del VMO fue mayor durante los ejercicios de extensión en cadena cinética cerrada (CCC) y abierta (CCA) que durante el ejercicio de aducción de cadera. Existe diferencia significativa en la activación del VMO entre los ejercicios de extensión en CCC y CCA con sling.</p> <p>La activación del VL fue significativamente mayor durante los ejercicios en CCC y CCA que durante el de aducción. No hay diferencias significativas en la activación del VL durante los ejercicios con sling en CCC y CCA.</p> <p>VMO:VL Ratio:</p> <p>Comparados con el ejercicio de extensión de rodilla con sling en CCA, el ratio VMO:VL fue relativamente más alto en el ejercicio en CCC y de aducción. No se observaron diferencias significativas entre estos dos últimos.</p>		<p>El ejercicio de extensión de rodilla con sling en cadena cinética cerrada produjo la mayor activación de VMO. Igual que el de aducción de cadera, produjo un ratio VMO:VL apropiado y tuvo efectos beneficiosos en pacientes con síndrome femoropataer.</p>

<p>Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome. Miao et al., 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> Semi sentadilla con ambas piernas: Semi sentadilla con ambas piernas y aducción de cadera: 	<p>1 sesión.</p>	<p>En el grupo de estudio, los índices time domain (RMS, IEMG) y frequency domain (MPF) del VL fueron significativamente más alto en los de semi sentadilla con aducción que los del VMO en la Semi sentadilla sin aducción; y el time domain del VMO fue significativamente mayor en la sentadilla con aducción de cadera mientras que no hubo diferencias en la activación del VL.</p>	<p>Una activación preferente del VMO se puede obtener mediante el ejercicio de doble sentadilla con aducción de cadera, lo cual proporciona evidencia objetiva para apoyar el uso de la aducción de cadera durante los ejercicios de sentadilla para promover un mejor equilibrio entre VL y VMO y para fortalecer selectivamente el VMO en pacientes con síndrome femoropatelar.</p>
<p>The Effect of Altering Knee Position and Squat Depth on VMO : VL EMG Ratio During Squat Exercises. Jaberzadeh et al., 2015</p>	<p>Los sujetos realizaron sentadillas en 3 posiciones de rodilla (varo, valgo y posición neutra) a diferentes grados de profundidad de sentadilla (20°, 50°, 80°)</p>	<p>1 sesión</p>	<p>No se encontró ningún efecto significativo entre género, el dominio de la pierna o la posición de la rodilla. Se encontró un efecto significativo en la profundidad de la sentadilla a de 50 ° y 80 ° de flexión, mostrando aumentos en la relación VMO: VL.</p>	<p>Los aumentos en la activación relativa de VMO ocurrieron en profundidades de sentadilla 'más profundas' (flexión de rodilla de 50 ° y 80 °) en comparación con la de 20°. Sin embargo, ninguna de las condiciones probadas resultó en una activación preferencial de VMO.</p>
<p>Rehabilitation following first-time patellar dislocation: a randomised controlled trial of purported vastus medialis obliquus muscle versus general quadriceps strengthening exercises, Smith et al., 2015</p>	<p>Ejercicios específicos de VM o ejercicios de cuádriceps en general.</p>	<p>La frecuencia y duración del programa la decidió individualmente cada fisioterapeuta. Los resultados se evaluaron al inicio, seis semanas, seis meses y 12 meses.</p>	<p>Hubo diferencias estadísticamente significativas en el resultado funcional y el nivel de actividad en el Lysholm Knee Score y en el Tegner level of activity Score a los 12 meses en el grupo de ejercicios del cuádriceps en general en comparación con el grupo VM. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para el puntaje NPI y la fuerza isométrica en cualquier intervalo de seguimiento. 2 pacientes sufrieron dislocaciones de rótula, uno a la 3 semanas y otro a las 26 semanas después de la dislocación por primera vez en el grupo específico de VM, uno sufrió una subluxación en el grupo general de cuádriceps a las 6 semanas después de la aleatorización.</p>	<p>Si bien hubo una diferencia estadística en Lysholm Knee Score y en el Tegner level of activity score entre el entrenamiento de cuádriceps en general y el grupo de ejercicios de VM a los 12 meses, no fue clínicamente importante.</p>
<p>Effects of Open and Closed Kinetic Chains of Sling Exercise Therapy on the Muscle Activity of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis, Chang et al., 2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> Extensión de rodilla en cadena cinética abierta con sling (SOCKE). Ejercicio de extensión de rodilla en cadena cinética con sling (SCCKE) 	<p>1 sesión.</p>	<p>Los valores medios de MVC% del VMO y VL fueron mayores durante el SOCKE que durante el SCCKE. El ratio VMO:VL fue 1.0 ± 0.19 durante el SOCKE y 1.11 ± 0.15 durante el SCCKE. El ratio VMO:VL en los ejercicios SOCKE y SCCKE superaban la proporción ideal de 1:1.</p>	<p>El ejercicio SOCKE está enfocado en el entrenamiento del cuádriceps y tiene un efecto de reclutamiento del VMO. Los efectos beneficiosos del SOCKE son mayores que los del SCCKE.</p>

<p>The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis.</p> <p>Irish et al., 2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ejercicio de extensión de rodilla de cadena cinética abierta (0-90° de flexión de rodilla). Doble sentadilla con aducción isométrica de cadera (45° flexión de rodilla) Ejercicio Lunge (45° de flexión de rodilla) 	<p>1 sesión</p>	<p>Activación de VMO: La sentadilla doble mostró una activación significativamente mayor del VMO en comparación con el ejercicio de extensión de rodilla en cadena cinética abierta y el ejercicio de lunge. No hubo diferencias significativas entre la sentadilla doble con aducción isométrica y el ejercicio de lunge en la activación de VMO.</p> <p>Activación de VL El ejercicio en cadena cinética abierta y la sentadilla doble mostraron una activación significativamente mayor del VL en comparación con el ejercicio de lunge.</p> <p>VMO:VL Ratio Tanto sentadilla doble como ejercicio de lunge mostraron un ratio VMO:VL significativamente mayor que el ejercicio de extensión en cadena cinética abierta. No hubo una diferencia significativa entre la sentadilla doble y el ejercicio de lunge en relación al VMO:VL ratio.</p>	<p>Debido a que el VMO y VL demostraron un nivel de activación más bajo durante el ejercicio de lunge, será útil en la etapa inicial de rehabilitación. La mayor actividad muscular y la relación VMO: VL preferencial generada por la doble sentadilla con ejercicio isométrico de aducción de cadera serán muy útiles en la etapa más avanzadas de la rehabilitación de SFPT.</p>
<p>Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening.</p> <p>Syme et al., 2009</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fisioterapia con énfasis en el reentrenamiento selectivo del VMO Fisioterapia con énfasis en el fortalecimiento del cuádriceps en general Grupo control sin tratamiento 	<p>8 semanas</p>	<p>La bajada de escaleras excéntrica demostró un aumento estadísticamente significativo en la excursión de la rodilla en el grupo general en comparación con el grupo control y, aunque no fue estadísticamente significativa, también hubo una mejora en el grupo selectivo en comparación con el grupo control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Selectivo y General.</p> <p>Los resultados en la puntuación de MPQ respaldaron los resultados de las calificaciones NRS-101. Los grupos Selectivo y General revelaron reducciones estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control. No hubo diferencia estadística entre los grupos Selectivo y General. No hubo diferencias significativas en el triple hop test entre grupos.</p> <p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos después de la intervención para los puntajes MFIQ.</p> <p>Hubo una tendencia a mayores reducciones del dolor entre el grupo Selectivo en comparación con el Control y entre Grupo general y grupo de control que entre los grupos selectivo y general. Hubo una mejoría estadísticamente significativa en la función física SF-36 en el grupo Selectivo en comparación con los grupos Control y entre el General y Control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Selectivo y General.</p> <p>La función física del cuestionario SF-36 reveló una gran mejora del tamaño del efecto en el grupo Selectivo en comparación con el grupo Control y una mejora moderada del tamaño del efecto en el grupo General en comparación con el control. Solo hubo una diferencia "trivial" entre los grupos Selectivo y General.</p> <p>La PGI demostró puntuaciones estadísticamente significativamente mayores en el grupo Selectivo en comparación con el grupo Control y en el grupo General en comparación con el grupo Control. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Selectivo y General.</p>	<p>Este estudio demostró que tanto el fortalecimiento general del cuádriceps como el entrenamiento específico de VMO redujeron el dolor y mejoraron la actividad y la participación, pero no hubo diferencia entre los abordajes.</p>

<p>Quadriceps Muscle Activity During an Isometric Contraction with Lateral Hip Rotation Roth et al., 2007.</p>	<p>Se realizó un ensayo de tres contracciones en posición anatómica y se realizó un segundo ensayo de tres contracciones con la cadera en rotación lateral.</p>	<p>1 sesión</p>	<p>Los tres músculos evaluados tuvieron significativamente menos activación durante la contracción isométrica con la rotación lateral de la cadera.</p> <p>El ratio VMO:VL no aumentó ni disminuyó significativamente en las dos posiciones de la cadera. No hubo correlación entre el ángulo Q y el ratio VMO: VL</p>	<p>La rotación lateral no solo no modificó la activación de la VMO, sino que también disminuyó el nivel de actividad. Por lo tanto, los programas de rehabilitación que incluyen contracciones isométricas con rotación lateral de la cadera podrían no beneficiar a los pacientes con SFPT</p>
<p>Comparison of the knee valgus angle, leg muscle activity, and vastus medialis oblique/vastus lateralis ratio during a single leg squat on flat and declined surfaces in individuals with patellofemoral pain Syndrome Yoon et al., 2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla con una pierna simple (SLS) a 45° de flexión de rodilla. • Sentadilla simple en una superficie declinada a 45° de flexión de rodilla. 	<p>1 sesión</p>	<p>Durante la SLS, el ángulo valgo de la rodilla aumentó significativamente más en la superficie inclinada que en la superficie plana.</p> <p>Además, la actividad en el EMG fue significativamente más alta en los músculos del recto femoral (RF), VMO y VL cuando se realizaba la SLS en la superficie inclinada ($p < 0,05$) mientras que no hubo diferencias significativas entre la actividad muscular en Gmed, No hubo diferencias significativas en el ratio VMO/VL entre SLS y superficie declinada.</p>	<p>Los ángulos de valgo de rodilla y la actividad muscular de RF, VMO y VL están significativamente aumentados durante los SLSs en una superficie inclinada. Por lo tanto, las personas con PFPS deben tener cuidado al bajar sobre una superficie declinada, como un terreno cuesta abajo en una montaña.</p>
<p>Effects of squats accompanied by hip joint adduction on the selective activity of the vastus medialis oblique Hyong., 2015</p>	<p>Sentadilla de 60° y una sentadilla acompañada de una aducción de la articulación de la cadera una vez.</p>	<p>1 sesión</p>	<p>Hubo una diferencia significativa en el ratio VMO / VL entre la sentadilla convencional y la sentadilla acompañada de aducción de la articulación de la cadera. El ratio VMO:VL fue mayor durante la sentadilla con aducción de cadera.</p>	<p>Una sentadilla acompañada de aducción de la articulación de la cadera es efectiva para la activación selectiva del vasto medial oblicuo.</p>
<p>Effects of various foot wedge boards on vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles during lunge exercise. Kim et al., 2013</p>	<p>Ejercicio lunge con varias cuñas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuña anterior • Cuña posterior • Cuña medial • Cuña lateral 	<p>1 sesión</p>	<p>La actividad EMG para el músculo VL aumentó de la siguiente manera: cuña anterior < sin cuña y cuña medial < cuña lateral y cuña posterior La actividad EMG para el músculo VMO aumentó: cuña anterior < sin cuña y cuña lateral < cuña medial y cuña posterior La relación VMO / VL aumentó significativamente más bajo la cuña medial (1.25 ± 0.25) y la cuña posterior (1.21 ± 0.18) que bajo el lunge sin cuña (0.99 ± 0.13), la cuña anterior (0.99 ± 0.14) y la cuña lateral (0.91 ± 0.10)</p>	<p>El uso de cuña medial y posterior durante el ejercicio de lunge puede fortalecer selectivamente el VMO.</p>
<p>Effects of ankle dorsiflexion on vastus medialis oblique and vastus lateralis muscle activity during straight leg raise exercise with hip external rotation in patellofemoral pain syndrome Choi et al., 2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio SLRER, contraer el cuádriceps con extensión de la rodilla, y luego girar externamente la cadera a 45°. • Ejercicio SLRERDF, adición de flexión dorsal de tobillo al anterior. • Grupo control 	<p>1 sesión</p>	<p>La actividad muscular VMO durante SLRERDF fue significativamente mayor que SLRER y la actividad muscular del VL durante SLRERDF fue significativamente mayor que SLRER en ambos grupos. No hubo diferencias significativas de ratio VMO:VL entre ambos grupos de ejercicio.</p>	<p>Aunque los hallazgos de este estudio no demostraron que SLRERDF sea eficaz para activar el VMO sobre el VL en el grupo con síndrome femoropatelar, SLRERDF podría recomendarse como estrategia de activación para sujetos con debilidad general del cuádriceps</p>

<p>Comparison of Muscle Activities between Two Unilateral Weight Bearing Exercises in Patellofemoral Pain Syndrome Chupeerach et al., 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • forward step up • sentadilla sobre una pierna en la pared. 	<p>1 sesión</p>	<p>Todas las actividades musculares (Glúteo medio, VMO y VL) durante el forward step up fueron significativamente menores que durante el ejercicio de sentadilla sobre una pierna en la pared, tanto en la fase excéntrica como la concéntrica.</p> <p>Ambos ejercicios fueron efectivos para activar Glúteo medio, VMO y VL en pacientes con SFPT.</p>	<p>A partir de este hallazgo, las mujeres con SFPT con dolor leve en la rodilla podrían realizar el ejercicio forward step up en la primera fase del programa de rehabilitación porque requiere menos reclutamiento muscular que el ejercicio de sentadilla en una pierna. Para la progresión, sugieren realizar ejercicios de sentadilla en una pierna cuando los pacientes estén familiarizados con el ejercicio o los síntomas mejoren ya que este ejercicio requiere más fuerza de los músculos GMed, VMO y VL.</p>
<p>Effects of Vastus MedialisOblique Retraining versus General Quadriceps Strengthening on Vasti Onset Bennell et al., 2010.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programa MRC: ejercicios específicos de VMO que incorporan biofeedback por EMG en posiciones de soporte de peso funcional • Programa QS: ejercicios en cadena cinética abierta de resistencia progresiva 	<p>Intervención de 6 semanas con un seguimiento de 8 semanas</p>	<p>Durante el ascenso de las escaleras, hubo un cambio significativo inmediatamente después de la intervención en el tiempo de activación VMO-VL en el grupo MCR traducido en una disminución del retraso de activación del VMO en comparación con el VL, pero no hubo una diferencia significativa en la cantidad de cambio en el tiempo de inicio de activación entre los grupos. Durante el descenso de la escalera, el tiempo VMO-VL cambió en ambos grupos, con un menor retraso en el tiempo de inicio de activación del VMO y con el grupo MCR mostrando un cambio mayor que el grupo QS. Después del tratamiento, el tiempo de inicio de activación del VMO mostró un menor retraso en el MCR que en el grupo QS.</p> <p>Al finalizar el entrenamiento, la fuerza del cuádriceps solo mejoró en el grupo QS.</p> <p>En el seguimiento, el tiempo de inicio de activación del VMO y la fuerza del cuádriceps habían mejorado en ambos grupos en comparación con el valor inicial, pero no hubo diferencia entre los grupos.</p>	<p>Aunque los cambios mayores en el control motor durante el descenso de la escalera y la fuerza son inducidos por intervenciones que apuntan a cada uno de estos parámetros a corto plazo, ambos parámetros mejoran de manera similar después del cese del entrenamiento, independientemente del objetivo de la intervención. No queda clara que sea necesaria una especificidad de tratamiento para objetivos a largo plazo.</p>

<p>Muscle activation of vastus medialis obliquus and vastus lateralis during a dynamic leg press exercise with and without isometric hip adduction. Peng et al., 2013.</p>	<p>3 ejercicios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una leg-press convencional de 90° de flexión de rodilla a extensión completa (LP) Leg-press con aducción de cadera isométrica submáxima (LP+) leg-press aducción de cadera isométrica vigorosa (LP++). 	<p>1 sesión</p>	<p>los sujetos generaron una actividad de HAL significativamente mayor durante el LP++, pero no durante el LP+ en comparación con el LP en la fase concéntrica del ejercicio. Para la fase excéntrica, se encontró una actividad HAL significativamente mayor durante el LP++ pero no durante el LP+ en comparación con el LP.</p> <p>Ni LP+ ni LP++ cambiaron la activación del VMO-VL. Sin embargo, un efecto pequeño-mediano se observó con la incorporación de la aducción isométrica al leg-press para el ratio VMO/VL. Específicamente, LP++ incrementó el ratio VMO/VL comparado con LP en la fase final de extensión/flexión (30° y 15° concéntrica, 0 y 15° excéntrica). LP+ incrementó el ratio VMO/VL comparado con LP a flexiones profundas de rodilla (90°-75°) concéntrica.</p>	<p>La activación preferencial de VMO al añadir aducción isométrica de cadera al ejercicio de leg-press no fue respaldada. El entrenamiento dirigido utilizando el ejercicio de leg-press durante los últimos 45° de extensión / flexión de la rodilla con aducción vigorosa de la cadera puede ser útil para promover un mayor ratio VMO/VL.</p>
<p>Muscular activity of patella and hip stabilizers of healthy subjects during squat exercises. Felício et al., 2011.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sentadilla convencional (CS) de 60° de flexión de rodilla. Los ejercicios de sentadillas asociados a aducción máxima isométrica de cadera (CS-ADD) Los ejercicios de sentadillas con abducción de cadera (CS-ABD) 	<p>1 sesión</p>	<p>Las asociaciones tanto de aducción de cadera como de abducción favorecieron la activación del músculo Glúteo medio en relación con el CS. Los resultados mostraron que el VMO fue más activado en la sentadilla asociada con la aducción de cadera en relación con las otras sentadillas analizadas. El músculo VL presentó una mayor actividad eléctrica en la sentadilla con aducción y abducción de cadera en comparación con el CS. La comparación entre las actividades electromiográficas de los estabilizadores de la rótula no mostró diferencias estadísticamente significativas.</p>	<p>El ejercicio de sentadilla asociado con la aducción de cadera produjo una mayor activación del músculo VMO y produjo un aumento en la actividad de GMed.</p>
<p>Myoelectric activity of the quadriceps during leg press exercise performed with differing techniques. Machado et al., 2016</p>	<ul style="list-style-type: none"> Leg-press a 45° (TRAD) Leg-press con fitball (PBALL) aducción isométrica de cadera Leg-press con banda elástica (PEB) abducción isométrica 	<p>1 sesión</p>	<p>Se observaron aumentos significativos en la actividad del VMO durante el PBALL frente al PEB y TRAD. Se observó una mayor actividad de VMO durante el TRAD frente al PEB. Se observó una mayor actividad de VL durante la PBALL frente a TRAD (y PEB. PBALL provocó un mayor ratio VMO: VL durante la fase concéntrica frente a PEB y TRAD. Se observó una mayor actividad de RF durante el PEB frente a TRAD y PBALL, respectivamente.</p> <p>Sin embargo, no se observó diferencia entre TRAD y PBALL. No se observó diferencia en la actividad del BF entre protocolos de ejercicio.</p>	<p>Los clínicos deben considerar colocar una fitball entre las rodillas durante el ejercicio Leg-press a 45° como una técnica alternativa cuando se desea una mayor actividad general del cuádriceps para la rehabilitación en un programa de fortalecimiento muscular</p>
<p>The effects of an isometric knee extension with hip adduction (KEWHA) exercise on selective VMO muscle strengthening Choi et al., 2011</p>	<p>Ejercicio isométrico de extensión de rodilla con aducción de cadera</p>	<p>4 semanas</p>	<p>Tiempo de inicio de activación: No se observaron diferencias significativas en el tiempo de inicio de activación para el músculo VMO en comparación con el del músculo VL en pre y post prueba cuando se analizaron los datos 2 SD de la actividad basal media. Sin embargo, se encontró una diferencia significativa en los tiempos de inicio de activación para el músculo VMO y el músculo VL entre las pruebas previas y posteriores cuando se analizaron los datos a 3 SD de la actividad basal media.</p> <p>El ratio VMO:VL no fue significativamente diferente entre pre y post prueba.</p>	<p>Estos hallazgos muestran que el ejercicio KEWHA puede disminuir la diferencia en el tempo de inicio de activación de VMO y VL y elimina uno de los factores de riesgo de síndrome femoropatelar.</p>

