



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

### Repercusión del ejercicio terapéutico en el glúteo medio: una revisión bibliográfica

Repercussion of the therapeutic exercise in the gluteus medius: a bibliographic review

Repercusión do exercicio terapéutico no glúteo medio: unha revisión bibliográfica



Facultad de Fisioterapia

**Alumno:** D.Christian Costoya Pérez

**DNI:** 48.112.771Z

**Tutor:** D.Francisco José Senín Camargo

**Convocatoria:** Junio 2018

## ÍNDICE

1. Resumen.....	5
1. Abstract.....	6
1. Resumen.....	7
2. Introducción.....	8
2.1 Tipo de trabajo.....	8
2.2 Motivación personal.....	8
3. Contextualización.....	9
3.1 Antecedentes.....	9
3.2 Justificación del trabajo.....	13
4. Objetivos.....	14
4.1 Pregunta de investigación.....	14
4.2 Objetivos.....	14
4.2.1 General.....	14
4.2.2 Específicos.....	14
5. Metodología.....	15
5.1 Fecha y bases de datos.....	15
5.2 Criterios de selección.....	15
5.3 Estrategia de búsqueda.....	16
5.4 Gestión de la bibliografía localizada.....	19
5.5 Selección de artículos.....	20
5.6 Variables de estudio.....	20
6. Resultados.....	22
7. Discusión.....	35
8. Conclusiones.....	35
9. Bibliografía.....	43
10. Anexos.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Ecuación búsqueda Cochrane.....	16
Tabla II. Ecuación búsqueda Pubmed.....	17
Tabla III. Ecuación búsqueda SPORTDiscus .....	18
Tabla IV. Ecuación búsqueda Scopus.....	19
Tabla V. Ecuación búsqueda PEDro .....	19
Tabla VI. Síntesis de las variables de estudio .....	21
Tabla VII. Características de la muestra.....	22
Tabla VIII. Variables que aborda cada estudio .....	23
Tabla IX. Metodología para calcular la contracción isométrica máxima voluntaria.....	24
Tabla X. Características generales.....	29

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

<b>GM</b>	Glúteo medio
<b>EMG</b>	Electromiografía
<b>PICO</b>	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado
<b>MVIC</b>	Contracción isométrica máxima voluntaria
<b>ABD</b>	Abducción
<b>RM</b>	Resistencia máxima
<b>RI</b>	Rotación interna
<b>RE</b>	Rotación externa
<b>FD</b>	Flexión dorsal
<b>TFL</b>	Tensor de la fascia lata
<b>CL</b>	Cuadrado lumbar

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I. Anatomía del glúteo medio.....	9
Ilustración II. Diagrama de flujo .....	20
Ilustración III. Posición MVIC Glúteo medio.....	45
Ilustración IV. Sentadilla monopodal .....	46
Ilustración V. Frontal step down .....	46
Ilustración VI. Wall press .....	47
Ilustración VII. Sentadilla bipodal con pelota .....	47
Ilustración VIII. Cross over.....	48
Ilustración IX. Front pull.....	48
Ilustración X. Sentadilla bipodal con flexión resistida de hombro .....	49
Ilustración XI. Clam 45° .....	49
Ilustración XII. Standing isometric hip abduction .....	50
Ilustración XIII. Sit to stand (I).....	50
Ilustración XIV. Sit to stand (II) .....	50
Ilustración XV. Dip test .....	51
Ilustración XVI. Hip firehydrant .....	51
Ilustración XVII. Hip hitch .....	52
Ilustración XVIII. Hip hitch toe tap (I) .....	52
Ilustración XIX. Hip hitch toe tap (II) .....	52
Ilustración XXII. Sentadilla monopodal apoyo pared .....	53
Ilustración XX. Hip hitch hip swing (I) .....	53
Ilustración XXI. Hip hitch hip swing (II) .....	53
Ilustración XXV. Pelvic drop cadera RE .....	54
Ilustración XXIII. Lateral stepdown (II).....	54
Ilustración XXIV. Lateral stepdown (I) .....	54
Ilustración XXVI. D1F (II).....	55
Ilustración XXVII. D1F (I).....	55
Ilustración XXVIII. D1E (II).....	55
Ilustración XXIX. D1E (I).....	55
Ilustración XXX. D2E (II).....	56
Ilustración XXXI. D2E (I).....	56

Ilustración XXXII. Clamshell 60° .....	56
Ilustración XXXIII. Clamshell 45° .....	56
Ilustración XXXIV. Clamshell 30° .....	56
Ilustración XXXVII. SFB-HHA .....	57
Ilustración XXXV. ABD cadera decúbito lateral en N.....	57
Ilustración XXXVI. ABD cadera decúbito lateral en RE .....	57
Ilustración XXXVIII. Back pull .....	58
Ilustración XXXIX. Pelvic drop RI .....	59
Ilustración XL. Pelvic drop N.....	59
Ilustración XLIII. ABD cadera bipedestación.....	60
Ilustración XLI. D2F (II).....	60
Ilustración XLII. D2F (I).....	60
Ilustración XLIV. ABD cadera decúbito lateral en RI .....	61
Ilustración XLV. ABD isométrica decúbito lateral en RE.....	62
Ilustración XLVI. Puente monopodal (Variante 1).....	62
Ilustración XLVII. Puente monopodal (Variante 2).....	63
Ilustración XLVIII. Puente monopodal (Variante 3).....	63
Ilustración XLIX. Puente monopodal (Variante 4).....	64
Ilustración L. Puente monopodal (Variante 5).....	64
Ilustración LI. Sentadilla monopodal con pelota .....	65
Ilustración LII. Reverse crossover .....	66
Ilustración LIII. Lateral step up.....	67
Ilustración LIV. Forward step up .....	67
Ilustración LV. 10RM ABD cadera en decúbito lateral.....	67
Ilustración LVI. 10RM extensión cadera en prono .....	68
Ilustración LVII. ABD isométrica cadera decúbito lateral en RI.....	68
Ilustración LVIII. ABD cadera bipedestación 30° .....	69

## 1. RESUMEN

**Introducción.** El glúteo medio (GM) es un músculo con gran importancia en el control biomecánico del complejo lumbopélvico y del miembro inferior durante la marcha, así como de otras actividades funcionales. Una debilidad a nivel de este músculo genera patrones de movimiento alterados que podrían derivar en futuras disfunciones musculoesqueléticas.

**Objetivo.** Determinar la repercusión de diversos ejercicios en el GM.

**Material y método.** Se lleva a cabo una revisión bibliográfica en las bases de datos The Cochrane Library, Pubmed, Scopus, SPORTDiscuss y PEDro de artículos publicados en los últimos 5 años que aborden la repercusión de diferentes ejercicios en el músculo GM.

**Resultados.** En base a los criterios de selección empleados en esta revisión se analizan un total de 13 estudios observacionales. Las variables estudiadas fueron la activación de GM y ratio de activación comparándolo con otros músculos. Se analizaron 56 ejercicios observando incrementos en la activación del GM en diferentes proporciones que fluctúan entre el 8 % y el 99,9% de la contracción isométrica máxima voluntaria (MVIC). Los valores del ratio de activación oscilan entre un mínimo de 0,8 y un máximo de 9,29.

**Conclusiones.** Los distintos ejercicios orientados al trabajo del GM generan un aumento de la activación del músculo en diferentes proporciones: activación muscular menor del 20% de la MVIC (nivel bajo), entre 21 y 40% (nivel moderado), entre 41-60%(nivel alto) y mayor del 60% (nivel muy alto), así como mejoras en el ratio de activación en algunos de estos ejercicios. Los ejercicios empleados en el trabajo del GM que presentan una mayor activación (>60% MVIC) son: en descarga la 10 RM abducción de cadera en decúbito lateral (99,9%) y la abducción isométrica de cadera en posición de rotación interna (RI) en decúbito lateral (61%); y en carga el *hip hitch swing* para fibras anteriores (68%), la abducción de cadera en bipedestación a 30° (64,68%), *forward step up* (62%) y el *lateral step up* (61%). El ratio de activación GM/Tensor de la fascia lata (TFL) experimenta su mayor valor durante el *clamshell*.

**Palabras clave.** Glúteo medio, activación, ratio de activación, electromiografía, ejercicio

## 1. ABSTRACT

**Background.** The gluteus medius (GM) is a muscle with great importance in the biomechanical control of the lumbopelvic complex and the lower limb during gait, as well as other functional activities. Weakness at the level of this muscle generates altered movement patterns that could lead to a future musculoskeletal pathology.

**Objective.** Determine the impact of various exercises on the GM.

**Methods.** A bibliographic review of the Cochrane Library, Pubmed, Scopus, SPORTDiscus and PEDro databases of articles published in the last 5 years that address the impact of different exercises on the GM muscle is carried out.

**Outcomes.** Based on the selection criteria used in this review, a total of 13 observational studies were analysed. The variables studied were the activation of GM and activation ratio compared to other muscles. We analyzed 56 exercises observing increases in GM activation in different proportions ranging from 8% to 99.9% of the maximum voluntary isometric contraction (MVIC). The trigger ratio values range from a minimum of 0.8 to a maximum of 9.29.

**Conclusions.** The different exercises aimed at GM's work generate an increase in muscle activation in different proportions: muscle activation of less than 20% of the MVIC (low level), between 21 and 40% (moderate level), between 41-60% (high level) and more than 60% (very high level), as well as improvements in the activation ratio in some of these exercises. The exercises used in GM's work that present a greater activation (>60% MVIC) are: in unloading the 10 RM hip abduction in lateral decubitus (99.9%) and the isometric abduction of the hip in position of internal rotation (RI) in lateral decubitus (61%); and in loading the hip hitch swing for anterior fibers (68%), the hip abduction in stance at 30° (64.68%), forward step up (62%) and lateral step up (61%). The GM/Tensor fascia latae activation ratio (TFL) experiences its highest value during *clamshell*.

**Keywords.** Gluteus medius, activation, activity ratio, electromyography, exercise

## 1. RESUMO

**Introdución.** O glúteo medio (GM) é un músculo con gran importancia no control biomecánico do complexo lumbopélvico e do membro inferior durante a marcha, así coma doutras actividades funcionais. Unha debilidade a nivel deste músculo xera patróns de movemento alterados que poderían derivar en futuras disfuncións musculoesqueléticas.

**Obxectivo.** Determinar a repercusión de diversos exercicios no GM.

**Material e método.** Lévese a cabo unha revisión bibliográfica nas bases de datos The Cochrane Library, Pubmed, Scopus, SPORTDiscuss y PEDro de artigos publicados nos últimos 5 anos que aborden a repercusión de diferentes exercicios no músculo GM.

**Resultados.** En base aos criterios de selección empregados nesta revisión analízanse un total de 13 estudos observacionais. As variables estudadas foron a activación do GM e ratio de activación comparandoo con outros músculos. Analizáronse 56 exercicios observando incrementos na activación do GM en diferentes proporcións que fluctúan entre o 8 % e o 99,9 % da contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC). Os valores do ratio de activación oscilan entre un mínimo de 0,8 e un máximo de 9,29.

**Conclusións.** Os distintos exercicios orientados ao traballo do GM xeran un aumento da activación do músculo en diferentes proporcións: activación muscular menor do 20% da MVIC (nivel baixo), entre 21-40% (nivel moderado), entre 41-60% (nivel alto) e maior do 60% (nivel moi alto), así coma melloras no ratio de activación nalgúns destes exercicios. Os exercicios empregados no traballo do GM que presentan unha maior activación (>60%) son: en descarga a 10 RM abducción de cadeira en decúbito lateral (99,9%) e a abducción de cadeira en posición de rotación interna (RI) en decúbito lateral (61%); e en carga o *hip hitch swing* para fibras anteriores (68%), a abducción de cadeira en bipedestación a 30° (64,68%), *forward step up* (62%) e o *lateral step up* (61%). O ratio de activación GM/Tensor da fascia lata (TFL) experimenta seu maior valor durante o *clamshell*.

**Palabras chave.** Glúteo medio, activación, ratio de activación, electromiografía, exercicio



## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 TIPO DE TRABAJO**

El tipo de trabajo seleccionado es una revisión bibliográfica. Está definida como una actividad de localización, búsqueda, identificación, selección, análisis crítico y descripción de la información existente sobre un interrogante de investigación.

Las estrategias de búsqueda, organización y análisis de la información, permiten tanto la obtención de los documentos referentes a un tema de investigación, así como su sistematización y estructuración con el objeto de analizar las principales características del conjunto de documentos bajo estudio<sup>1</sup>.

### **2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL**

La literatura científica confirma que la debilidad del glúteo medio supone un factor de riesgo para padecer múltiples patologías musculoesqueléticas. Dentro de las herramientas que maneja la Fisioterapia encontramos que el ejercicio terapéutico es la que más evidencia científica presenta.

Por ello, tras haber objetivado durante las estancias clínicas que el GM es un músculo que se encuentra debilitado en un gran número de pacientes que acuden a Fisioterapia, especialmente con problemas de dolor lumbar y patologías de miembro inferior, y dado mi desconocimiento sobre la repercusión que tienen los ejercicios habitualmente empleados en el trabajo del GM, he decidido realizar una revisión bibliográfica acerca de este tema.

## 3. CONTEXTUALIZACIÓN

### 3.1 ANTECEDENTES

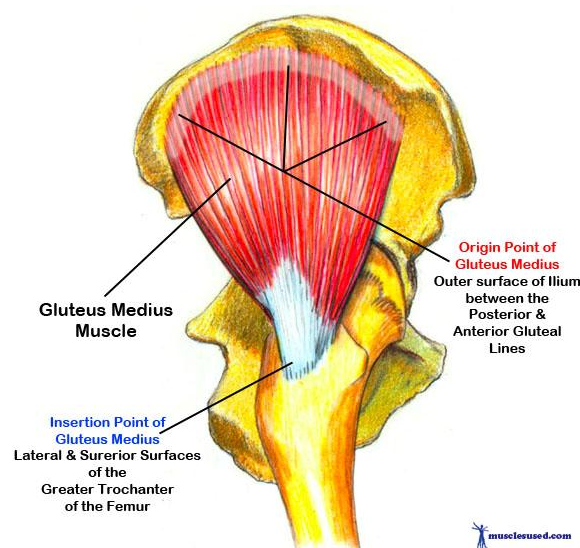
#### 3.1.1 ANATOMÍA Y FUNCIÓN DEL GM

El GM es un músculo que se encarga de dos funciones principalmente: abducir la cadera sumado a un movimiento rotacional y proporcionar estabilidad a la pelvis en el plano frontal durante la marcha en la fase de apoyo monopodal y durante otras actividades funcionales. Es un músculo ancho, grueso, curvado y con forma de abanico, que se estrecha hacia un tendón fuerte.

Tiene su origen en la superficie externa del ilion, entre las líneas glúteas anterior y posterior, y en la aponeurosis glútea, que cubre los dos tercios anterolaterales del músculo. Se inserta distalmente en ángulo posterosuperior y superficie externa del trocánter mayor del fémur<sup>2</sup>.

La inervación del GM procede de las raíces espinales L4, L5 y S1, a través del nervio glúteo superior<sup>3</sup>

Este músculo es un potente estabilizador, razón por la cual está compuesto por fibras lentas o tipo I en un 60% y por fibras rápidas o tipo II (40%) y, además, representa aproximadamente el 60% del área transversal de los abductores de cadera<sup>4</sup>.



**Ilustración I. Anatomía del glúteo medio**

Biomecánicamente, el GM controla el movimiento femoral durante la movilidad dinámica de las extremidades inferiores y contrarresta la gravedad para estabilizar la pelvis en apoyo monopodal.

Además, el GM se divide en tres porciones: fibras anteriores, fibras medias y fibras posteriores. Las fibras anteriores realizan el movimiento de abducción, rotación interna y asisten a la flexión de la cadera; las fibras medias realizan abducción de la cadera y las posteriores se encargan de la abducción, rotación externa y extensión de la cadera<sup>5</sup>.

Las fibras anteriores y medias proporcionan la estabilidad pélvica en la pierna de apoyo y las posteriores ayudan a la estabilidad femoroacetabular<sup>6</sup>.

Durante la marcha, la activación del GM empieza al final de la fase de oscilación, alcanza su punto máximo durante el apoyo y termina al despegar la punta del pie. La porción posterior es la que antes se activa<sup>7</sup>.

Las fibras posteriores ejercen un papel fundamental, como ya se ha comentado anteriormente, estabilizando la cabeza femoral en el acetábulo durante las transferencias de peso y contribuye a la rotación externa de fémur para dar estabilidad a la pelvis. Además esta porción es muy importante en saltos ya que el glúteo mayor produce menor torque de rotación externa de cadera en ángulos de flexión de cadera mayores de 60°.

Con una mayor flexión de cadera, un desplazamiento de las fibras anteriores del glúteo mayor anterior al eje de rotación de la articulación de la cadera, hace que el glúteo mayor sea un rotador interno en lugar de un estabilizador de fémur. En esta situación, las fibras posteriores del GM actúan como rotadores externos profundos para proporcionar control<sup>8</sup>.

Los músculos que contribuyen a la función abductora del GM son el glúteo menor, el tensor de la fascia lata y, en menor medida, el sartorio, el piriforme y parte del glúteo mayor. Por este motivo, son músculos que generalmente se hiperactivan compensando una debilidad de GM sin estar preparados para llevar a cabo tal función<sup>4</sup>.

### 3.1.2 EVALUACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA DEL GM

Para evaluar el porcentaje de activación del GM durante un ejercicio determinado, inicialmente se calcula la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) a través de una medición electromiográfica.

Para ello, se colocan varios electrodos de superficie sobre el GM y se lleva a cabo esta medición en la posición descrita por Kendall: abducción de cadera en decúbito lateral con la rodilla en extensión y con la cadera en posición neutra.

La MVIC es una herramienta estandarizada, objetiva y sensible para la medición de la activación muscular que nos da un valor de referencia para poder comparar posteriormente los datos que obtengamos al realizar los ejercicios que queremos estudiar.

Una vez obtenido este dato, se recoge mediante electromiografía la activación del GM durante cada uno de los ejercicios y se expresa el resultado como el tanto por ciento del MVIC registrado anteriormente.

Para hacer comparaciones significativas de los niveles de activación electromiográfica entre los estudios, se categoriza la activación en niveles previamente descritos: activación muscular menor del 20% de la MVIC (nivel bajo), entre 21 y 40% de la MVIC (nivel moderado), entre 41-60% de la MVIC (nivel alto) y mayor del 60% (nivel muy alto).

Varios estudios hablan de la necesidad de superar el 40% MVIC de activación durante los ejercicios de rehabilitación para producir ganancias de fuerza en individuos no entrenados y que niveles próximos y superiores al 60% MVIC son necesarios para provocar un estímulo hipertrófico<sup>7, 9, 3</sup>.

La variable ratio de activación se obtiene realizando el cálculo del cociente entre las activaciones electromiográficas de dos músculos con algún tipo de relación entre sí.

Sirve para conocer qué ejercicios provocan una mayor activación muscular de un músculo concreto en comparación con otra musculatura que no nos interesaría activar.<sup>19</sup>

### 3.1.3 DEBILIDAD GLÚTEA

La debilidad de GM se cuantifica mediante una puntuación de 3 o menor en la escala Daniels durante la prueba descrita por Kendall, descrita anteriormente<sup>10</sup>.

Una gran cantidad de factores pueden contribuir a la debilidad de este músculo. Por ejemplo, el hábito de cargar el peso corporal sobre una pierna o dormir de lado con la pierna superior flexionada y aducida sobre la otra pierna. Estas posiciones pueden debilitar los abductores de cadera ya que permanecen en una posición alargada durante períodos sostenidos de tiempo<sup>2</sup>.

La debilidad de GM causa diferencias en la altura de las articulaciones de la cadera, lo que puede desembocar en dolor lumbar y dolor irradiado. Debido a la disfunción de estos abductores de cadera asociados con el patrón de marcha Trendelenburg, se pueden producir numerosas patologías principalmente en el miembro inferior debido a los cambios en la biomecánica del mismo.

Por otro lado, la debilidad del GM también se asocia con dolor miofascial y es una presentación clínica común en personas con dolor lumbar. Este músculo puede presentar tres puntos gatillo (PG):

- PG1 localizado próximo a la cresta ilíaca en la parte posterior del músculo, al lado de la articulación sacroilíaca y refiere dolor a lo largo de la cresta ilíaca, a la región de la sacroilíaca y sobre el sacro del mismo lado, aunque también se puede extender sobre una parte importante de la nalga.
- El PG2 se encuentra debajo de la cresta ilíaca y casi en el centro de su longitud y su dolor referido se proyecta más lateralmente y a la zona glútea media, pudiendo extenderse por la parte superior de muslo, posterior y lateralmente
- Por último, el PG3 es el menos frecuente de los tres y se encuentra inmediatamente por debajo de la cresta ilíaca anterosuperior y su dolor referido se proyecta principalmente a lo largo de la cresta ilíaca, sobre la parte más inferior de la región lumbar y bilateralmente sobre el sacro.<sup>4,11</sup>

La aparición de determinadas patologías puede estar ligada a la debilidad del GM, siendo las más frecuentes: osteoartritis de cadera, osteoartritis de rodilla, lesiones de ligamento cruzado anterior, síndrome de dolor femoropatelar, síndrome de la cintilla iliotibial, dolor lumbar e inestabilidad crónica de tobillo.<sup>5,12,13,14</sup>

### **3.1.4 EJERCICIO TERAPÉUTICO Y GM**

Los ejercicios de fortalecimiento de los músculos abductores de cadera, con referencia particular al GM, son prescritos comúnmente con el objetivo de la ganancia de fuerza y facilitar los patrones de movimiento más favorables para el miembro inferior.

Asimismo, el ejercicio terapéutico dirigido al GM es una de las intervenciones más utilizadas por los fisioterapeutas para el tratamiento del dolor lumbar bajo y patologías del miembro inferior, ya mencionadas anteriormente<sup>3</sup>.

El abordaje del GM es de particular importancia dado su papel en el mantenimiento de la estabilidad lumbopélvica y la prevención de la aducción de cadera y la rotación interna femoral durante el apoyo de una sola extremidad en el suelo.

Finalmente, se ha demostrado que el fortalecimiento del GM mejora la recuperación funcional y la reducción del dolor en pacientes que han sufrido una operación quirúrgica de rodilla y de cadera<sup>14</sup>.

## **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

El GM es de vital importancia en el control de la pelvis durante la postura y actividades funcionales como la marcha, carrera, saltos, cambios de dirección,... entre otros. Se encuentra debilitado en numerosas ocasiones asociado a diversas patologías de elevada prevalencia, principalmente en el miembro inferior<sup>3</sup>.

El fortalecimiento del GM juega un papel primordial en la rehabilitación de este tipo de pacientes, por lo que se requiere conocer en qué medida repercuten los diferentes ejercicios empleados para poder determinar cuáles serían los más adecuados en cada caso.

En esta revisión se analiza la repercusión de numerosos ejercicios empleados para el trabajo del GM, observando el tanto por ciento de activación, criterio necesario para poder trabajar la fuerza muscular de manera efectiva.

Se analizan tanto ejercicios en carga como en descarga permitiendo extrapolar los resultados a las distintas fases del proceso de intervención de Fisioterapia.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La herramienta PICO constituye un formato especializado para desarrollar la pregunta de investigación.

La formulación de preguntas con la estrategia PICO sirve para mejorar la especificidad y claridad conceptual de los problemas clínicos a estudiar, así como para realizar búsquedas que arrojen resultados con mayor calidad y precisión: <sup>15</sup>

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (*Patient*): sujetos sanos hasta 30 años.
- Intervención (*Intervention*): aplicación del ejercicio sobre el GM.
- Comparación (*Comparison*): medición antes y durante el ejercicio.
- Resultado (*Outcome*): se analiza la repercusión de distintos ejercicios sobre el GM.

La pregunta de investigación de la presente revisión es la siguiente:

**¿Cuál es la repercusión de distintos ejercicios a nivel de GM?**

### 4.2 OBJETIVOS

#### 4.2.1 General

- Analizar la repercusión de diversos ejercicios en el GM.

#### 4.2.2 Específicos

- Conocer los ejercicios más empleados en el estudio del GM.
- Identificar los ejercicios más adecuados para el trabajo de GM.
- Determinar los sistemas de evaluación más utilizados en el estudio del GM.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

La realización de la búsqueda de artículos científicos en distintas bases de datos del ámbito de la salud se lleva a cabo durante el mes de Marzo de 2018.

Las bases de datos en las cuales se ha realizado esta búsqueda son las siguientes: Cochrane Library, PubMed, Scopus, PEDro y SPORTDiscus.

### 5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

#### Criterios de inclusión

- Artículos publicados en español, inglés y portugués.
- Realizados en seres humanos.
- Publicados en los últimos 5 años.
- Deben abordar la repercusión de ejercicio en el GM en sujetos sanos.
- Tipo de estudio: estudios transversales observacionales.

#### Criterios de exclusión

- Artículos duplicados en las distintas bases de datos.
- Artículos que no aborden la temática de estudio.
- Muestras con pacientes post-quirúrgicos.



## 5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

### 5.3.1 COCHRANE

En la **Tabla I** se muestra la estrategia de búsqueda en la base de datos The Cochrane Library.

**Tabla I. Ecuación búsqueda Cochrane**

FILTROS	TÉRMINOS	OPERADOR BOOLEANO	TÉRMINOS	RESULTADOS
Año publicación 2014 a 2018.	[Exercise] MeSH OR [Exercise Therapy] MeSH OR	AND	"Gluteus medius" OR "Gluteal muscle"	Resultados: 10 Duplicados: 1 Seleccionado:0
MeSHy título, resumen y palabras clave.	[Exercise Movement Techniques] MeSH OR [Muscle Contraction] MeSH OR "exercise" OR "activity" OR "activation" OR "strengthening"			

### 5.3.2 PUBMED

A continuación se especifica la estrategia de búsqueda en la base de datos Pubmed en la **Tabla II**.

**Tabla II. Ecuación búsqueda Pubmed**

FILTROS	TÉRMINOS	OPERADOR BOOLEANO	TÉRMINOS	RESULTADOS
Últimos 5 años.	"Exercise"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh]	AND	"Gluteus medius"[ti]	57 resultados 1 duplicado 9 seleccionados
MeSH y título en lenguaje natural.	OR "Exercise Movement Techniques"[Mesh] OR "Muscle Strength"[Mesh] OR "Muscle Contraction"[Mesh] OR "exercise"[ti] OR "exercises" [ti] OR "activity"[ti] OR "activation"[ti] OR "strengthening"[ti]		OR "Gluteal muscle"[ti]	

### 5.3.3 SPORTDiscus

En la **Tabla III** se muestra la ecuación de búsqueda de esta base de datos.

**Tabla III. Ecuación búsqueda SPORTDiscus**

FILTROS	TÉRMINOS	OPERADOR BOOLEANO	TÉRMINOS	RESULTADOS
Fecha: 2014- 2018.	DE "EXERCISE" OR DE "EXERCISE therapy"	AND	DE "GLUTEUS MEDIUS"	37 resultados 1 duplicado 8 seleccionados
English.	OR DE "EXERCISE balls"		DE "GLUTEUS MINIMUS"	
Booleano- frase.	OR DE "MUSCLE strength" OR TI EXERCISE OR TI ACTIVITY OR TI ACTIVATION OR TI STRENGTHENING		OR TI GLUTEUS MEDIUS OR TI GLUTEAL MUSCLE	

### 5.3.4 SCOPUS

La estrategia de búsqueda para la base de datos SCOPUS se detalla en la **Tabla IV**.

**Tabla IV. Ecuación búsqueda Scopus**

FILTROS	TÉRMINOS	OPERADOR BOOLEANO	TÉRMINOS	RESULTADOS
LIMIT-TO PUBYEAR (2014-2018)	TITLE ( exercise ) OR TITLE ( activity ) OR TITLE ( activation ) OR TITLE ( strengthening )	AND	TITLE ( gluteus AND maximus )  OR  TITLE ( gluteus AND medius)  OR  TITLE ( gluteal AND muscle)	57 resultados 1 duplicados 10 seleccionados
DOCTYPE: artículo.  Título en lenguaje natural.				

### 5.3.5 PEDro

La estrategia de búsqueda utilizada en PEDro se expone en la **Tabla V**.

**Tabla V. Ecuación búsqueda PEDro**

FILTROS	ABSTRACT & TITLE	THERAPY	RESULTADOS
PublishedSince: 2014	Gluteusmedius	Strength training	4 resultados 0 duplicados 0 seleccionados

## 5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

Con el objetivo de facilitar la gestión bibliográfica de este trabajo, se emplea el programa Zotero. Este gestor nos permite importar y organizar la información bibliográfica encontrada durante la búsqueda <sup>16</sup>.

## 5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

En el siguiente diagrama de flujo se refleja el proceso de selección de los artículos utilizados en esta revisión:

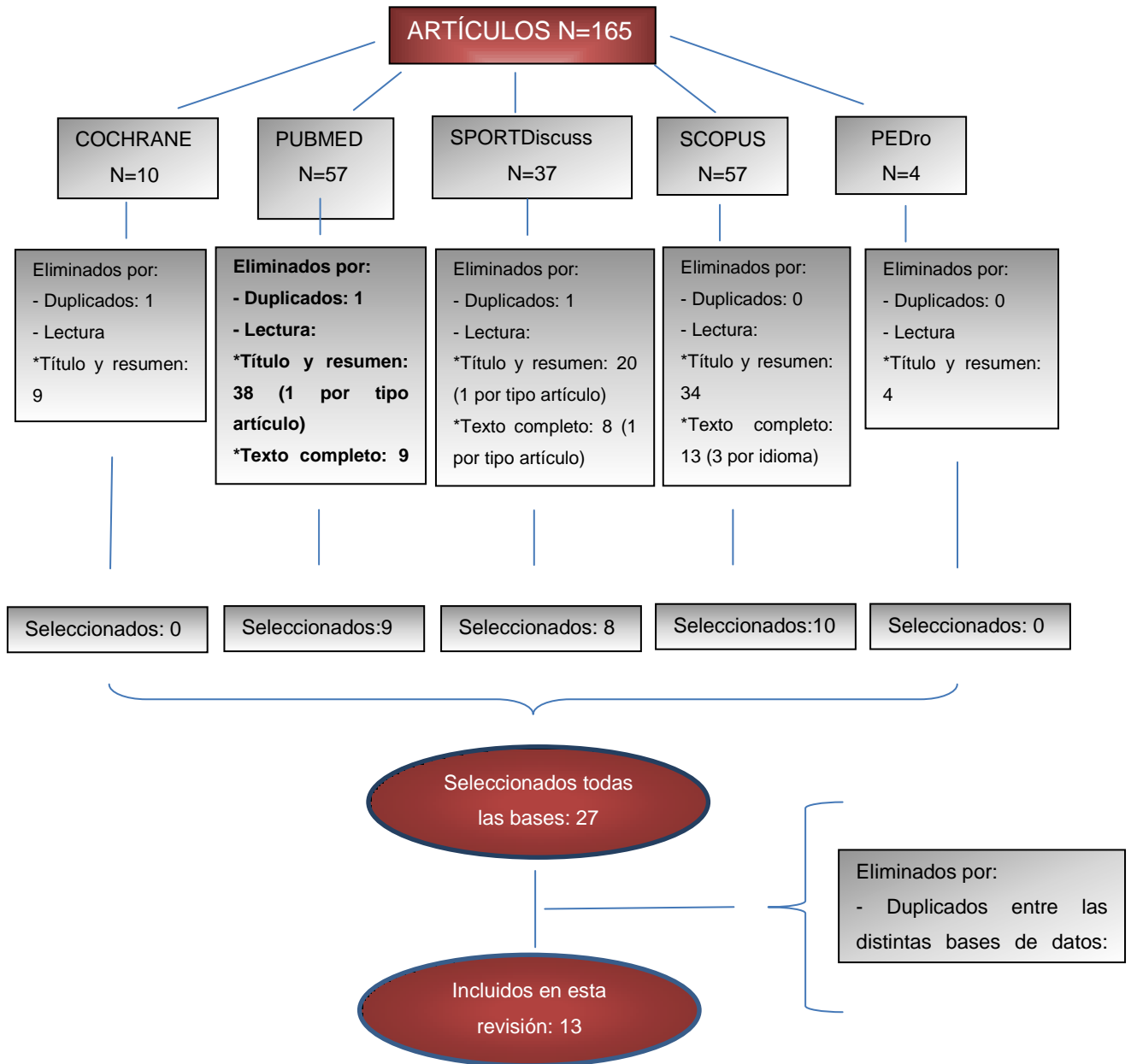


Ilustración II. Diagrama de flujo

## 5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

En los artículos analizados en el presente trabajo se estudian las siguientes variables: el porcentaje de activación muscular del GM y el ratio de activación muscular relacionando GM con otros músculos lumbopélvicos.

En la **Tabla VI** se muestran las características de dichas variables.

**Tabla VI. Síntesis de las variables de estudio**

VARIABLE	ELEMENTO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
<b>% activación muscular</b>	Electromiografía (electrodos superficiales)	<p>Es una técnica de registro gráfico de la actividad eléctrica producida por los músculos esqueléticos. La señal electromiográfica percibida es una señal biomédica que mide las corrientes eléctricas generadas en los músculos durante su contracción y que representan sus actividades neuromusculares. Esta señal está controlada por el sistema nervioso y depende de las propiedades anatómicas y fisiológicas de los músculos.<sup>17</sup></p> <p>Para calcular el % de activación muscular durante un ejercicio, inicialmente, se realiza la medición de la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) del músculo a valorar.</p> <p>Se colocan los electrodos superficiales sobre el músculo y, posteriormente, el sujeto se coloca en la posición específica de dicho músculo para valorar la fuerza y realiza una contracción máxima en isometría.</p> <p>El valor obtenido (media de varias repeticiones) se registra por los investigadores.</p> <p>Así, cuando el sujeto realice el ejercicio propuesto, se anota la actividad EMG generada en ese músculo y se compara con la MVIC registrada inicialmente, expresándose el resultado en tanto por cien.<sup>18</sup></p>
<b>Ratio activación muscular</b>	Electromiografía (electrodos superficiales)	<p>Se obtiene realizando el cálculo del cociente entre las activaciones electromiográficas de dos músculos con una relación biomecánica.</p> <p>Sirve para conocer qué ejercicios provocan una mayor activación muscular de un músculo concreto en comparación con otra musculatura que no nos interesaría activar.</p> <p>El cálculo se realiza a través de un análisis estadístico a nivel informático.<sup>19</sup></p>

## 6. RESULTADOS

Tras la realización de la búsqueda en las distintas bases de datos se han obtenido 165 resultados. Atendiendo a los criterios de selección se han analizado 13 estudios.

Los artículos científicos seleccionados son de tipo observacional (de medidas repetidas), en los cuales se analiza mediante electromiografía el tanto por ciento de activación muscular del GM en relación a su contracción isométrica máxima voluntaria justo en el momento de la realización del ejercicio propuesto.

La muestra total es de 255 sujetos distribuidos en los 13 artículos seleccionados, siendo la mínima de 9 y la máxima de 34 sujetos. La edad de los sujetos varía entre 18 y 60 años, situándose la mayoría de los mismos entre los 20 y los 30 años. En cuanto al género, 8 de los artículos realizan el estudio en hombres y mujeres, 4 de ellos sólo se realizaron en hombres y 1 de los artículos está compuesto únicamente por mujeres.

Las características de la muestra están detalladas en la **Tabla VII**:

**Tabla VII. Características de la muestra**

	Ganderton, C. et al 2017 <sup>6</sup>	Hae-rim, H. et al 2017 <sup>20</sup>	Monteiro, R. et al 2017 <sup>21</sup>	Sinsurin, K. et al 2015 <sup>12</sup>	Youdas, J. et al 2015 <sup>13</sup>	Sidorkewicz, N. et al 2014 <sup>22</sup>	Ji-hyun, L. et al 2014 <sup>19</sup>	Sung-Kwang, J. et al 2015 <sup>23</sup>	Lehecka, B.J. et al 2017 <sup>14</sup>	MacAskill, M. Etal 2014 <sup>24</sup>	Barton, C. et al 2014 <sup>9</sup>	Adams, K. et al 2014 <sup>25</sup>	Min-Hyeok, K. et al 2014 <sup>26</sup>
Tamaño muestral	10	22	17	9	26	13	19	15	28	34	19	26	17
Edad (años)	60,2 ±2,6	22,8 ±1,7	25,6 ±1,4	18- 25 a.	25,3 ±3,1	24,8 ±4,2	21± 1,7	29,1 ± 2,8	23,4 ±2,2	21,2 ± 1,8	28,4 ± 2,4	25,3 ± 3,1	23 ± 1,4
Sexo	+	♂♀	♂♀	♂	♂♀	♂	♂♀	♂	♂♀	♂♀	♂♀	♂♀	♂

Las variables abordadas en esta revisión son la activación muscular y el ratio de activación muscular.

Los 13 artículos analizados realizan el estudio de la activación de GM durante distintos ejercicios y 5 de ellos, a su vez, analizan el ratio de activación de GM comparándolo con otros músculos (tensor de la fascia lata, cuadrado lumbar, glúteo mayor y bíceps femoral).

En la **Tabla VIII** están representadas las variables estudiadas por cada estudio de manera específica:

**Tabla VIII. Variables que aborda cada estudio**

	<b>ACTIVACIÓN G MED</b>	<b>RATIO DE ACTIVACIÓN</b>
<b>Ganderton, C. et al 2017<sup>6</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Hae-rim, H. et al 2017<sup>20</sup></b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Monteiro, R. et al 2017<sup>21</sup></b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Sinsurin, K. et al 2015<sup>12</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Youdas, J. et al 2015<sup>13</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Sidorkewicz, N. et al 2014<sup>22</sup></b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Ji-hyun, L. et al 2014<sup>19</sup></b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Sung-Kwang, J. et al 2015<sup>23</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Lehecka, B.J. et al 2017<sup>14</sup></b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>MacAskill, M. et al 2014<sup>24</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Barton, C. et al 2014<sup>9</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Adams, K. et al 2014<sup>25</sup></b>	<b>X</b>	
<b>Min-Hyeok, K. et al 2014<sup>26</sup></b>	<b>X</b>	



El método utilizado para cuantificar la activación del GM fue la EMG mediante electrodos superficiales.

Todos los artículos comparten la misma posición para calcular la MVIC del GM: se posiciona al sujeto en decúbito lateral con el miembro del GM a valorar en el lado supralateral. El miembro inferior infralateral se encuentra en flexión de 45° de cadera y 90° de flexión rodilla para proporcionar estabilidad. Con el miembro supralateral en posición neutra de cadera y extensión de rodilla, realiza una contracción isométrica del mismo al 50% del rango de movimiento (ROM) de abducción de cadera (ver **Anexo 1**).

Sin embargo, entre los distintos estudios existen diferencias en el tiempo de contracción y la duración del descanso entre pruebas. La metodología empleada en cada uno se refleja en la **Tabla IX**:

**Tabla IX. Metodología para calcular la contracción isométrica máxima voluntaria**

METODOLOGÍA MVIC GM	
<b>Ganderton, C. et al 2017<sup>6</sup></b>	<p><u>Posición sujeto:</u> decúbito lateral con miembro inferior a valorar supralateral con rodilla en extensión y miembro infralateral (de apoyo) con flexión 45° y 90° grados de cadera y rodilla, respectivamente.</p> <p><u>Ejecución:</u> contracción isométrica en el 50% de ROM de abducción de la cadera supralateral.</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces, 5 segundos isometría y 3 minutos de descanso entre ensayos.</p>
<b>Hae-rim, H. et al 2017<sup>20</sup></b>	<p><u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas al estudio anterior.</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces, 2-4 segundos isometría y 1 minuto de descanso entre ensayos.</p>
<b>Monteiro, R. et al 2017<sup>21</sup></b>	<p><u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas.</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces, 5 segundos isometría.</p>
<b>Sinsurin, K. et al 2015<sup>12</sup></b>	<p><u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas.</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces, 3 segundos isometría y 90 segundos entre ensayos</p>
<b>Youdas, J. et al 2014<sup>13</sup></b>	<p><u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas.</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces y 5 segundos isometría.</p>
<b>Sidorkewicz, N. et al 2014<sup>22</sup></b>	<p><u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas</p> <p><u>Repeticiones:</u> 3 veces, 5 segundos isometría y 1 minuto de descanso entre ellas.</p>

<b>Ji-hyun, L.et al</b> <b>2014</b> <sup>19</sup>	<u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas <u>Repeticiones:</u> 3 veces, 5 segundos isometría y 3 minutos de descanso entre ensayos
<b>Sung-Kwang, J. et al</b> <b>2015</b> <sup>23</sup>	<u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas. <u>Repeticiones:</u> 3 veces y 5 segundos isometría.
<b>Lehecka, B.J.et al</b> <b>2017</b> <sup>14</sup>	<u>Posición sujeto y ejecución:</u> idénticas. <u>Repeticiones:</u> 3 veces, 7 segundos isometría y 30 segundos entre ensayos.
<b>MacAskill, M.et al</b> <b>2014</b> <sup>24</sup>	Posición sujeto y ejecución: idénticas. Repeticiones: 3 veces, 5 segundos isometría y 5 segundos entre repeticiones.
<b>Barton, C.et al</b> <b>2014</b> <sup>9</sup>	Posición sujeto y ejecución: idénticas. Repeticiones: 3 veces, 5 segundos isometría y 1 minuto entre ensayos.
<b>Adams, K.et al</b> <b>2014</b> <sup>25</sup>	Posición sujeto y ejecución: idénticas. Repeticiones: 3 veces y 5 segundos isometría.
<b>Min-Hyeok, K.et al</b> <b>2014</b> <sup>26</sup>	Posición sujeto y ejecución: idénticas. Repeticiones: 1 vez y 5 segundos de isometría

La intervención terapéutica llevada a cabo para observar la activación del GM es muy variada en los distintos trabajos. Se realizan 33 ejercicios en cadena cinética abierta (en carga y en descarga del miembro inferior no evaluado) y 23 en cadena cinética cerrada.

De los 56 ejercicios evaluados solamente 6 de ellos se realizaron mediante una contracción isométrica por parte del sujeto a evaluar.

En cuanto a la medida objetiva del tanto por ciento de activación de GM en los distintos ejercicios, se han clasificado los ejercicios de la siguiente manera: activación entre 0%-20% del MVIC (nivel bajo), 21%-40% del MVIC (nivel moderado), 41%-60% del MVIC (nivel alto) y mayor de 60% del MVIC (nivel muy alto).

- Entre 0-20%: (ver **Anexo 2**)
  - Sentadilla monopodal (20%).<sup>20</sup>
  - *Frontal step down* (20%).<sup>20</sup>
  - *Wall press* fibras anteriores (17,41%).<sup>23</sup>
  - Sentadilla bipodal con apoyo en pelota pilates (10%) y sin apoyo (9%).<sup>9</sup>
  - *Cross-over* resistido con cinta elástica en pierna móvil (14,9%) y en pierna de apoyo (13,1%).<sup>25</sup>
  - *Front pull* en pierna móvil (16,7%).<sup>25</sup>
  - Sentadilla bipodal: en fase de bajada con flexión resistida de hombro (12,09%) y sin flexión de hombro (8,82%). Fase de subida con flexión resistida de hombro (11,58%) y sin flexión de hombro (8,44%).<sup>26</sup>
  
- Entre 21-40%: (ver **Anexo 3**)
  - *Hip hitch swing* (40%) para fibras medias del GM.<sup>6</sup>
  - Sentadilla monopodal en pared (24%).<sup>20</sup>
  - *Lateral stepdown* (22%).<sup>20</sup>
  - *Pelvic drop* con cadera en rotación externa (32,77%).<sup>21</sup>
  - Abducción de cadera en bipedestación: 90° (21,25%)<sup>12</sup>
  - Patrón diagonal en extensión 1 (D1E) (38,9%), en extensión 2 (D2E) (35,3%) y en flexión 1 (DF1) (22,2%).<sup>13</sup>
  - *Clamshell* 60° (36,49%), 45° (35,55%) y 30° (26,8%) de flexión de cadera.<sup>22</sup>
  - Abducción cadera en decúbito lateral en rotación externa (36,50%) y en posición neutra (36,70%).<sup>22</sup>
  - *Pelvic drop* porción anterior (25,40%) y media (23,43%)<sup>23</sup>
  - *Standing forward bent horizontal hip abduction*: porción posterior (37,41%) y porción media (23,36%).<sup>23</sup>
  - *Wall press* porción posterior (29,24%).<sup>23</sup>
  - 10 RM *prone extension* (38%).<sup>24</sup>
  - *Back-pull* en pierna móvil (30,7%) y en pierna de apoyo (31,4%).<sup>25</sup>
  - *Clam* 45° flexión (22%).<sup>6</sup>

- Entre 41-60%: (ver **Anexo 4**)
  - *Hip hitch swing* (44%) para fibras posteriores del GM<sup>6</sup>
  - *Pelvic drop* con cadera en posición neutra (42,11%) y en rotación interna (42,43%).<sup>21)</sup>
  - Abducción de cadera en bipedestación a 15° (59,47%), 45° (53,69%) y 60° (42,93%).<sup>12</sup>
  - Patrón diagonal en flexión 2 (D2F) resistido con goma elástica: 49,8%.<sup>13</sup>
  - Abducción cadera en decúbito lateral en rotación interna (48,67%).<sup>22</sup>
  - Abducción isométrica cadera en decúbito lateral en rotación externa (53%).<sup>19</sup>
  - Puente monopodal: 90° y otra rodilla extendida (57,81%), 135° y otra rodilla extendida (57,23%), 90° y otra rodilla flexionada (55,05%), 90°, tobillo en FD y otra rodilla flexionada (54,27%), 135°, tobillo en FD y otra rodilla flexionada (41,63%).<sup>14</sup>
  - Sentadilla monopodal con apoyo de pierna en pelota de pilates (46%). Sin apoyo en pelota (42%).<sup>9</sup>
  - *Reverse cross-over* resistido con cinta elástica(52,9%) en pierna móvil y 50% en pierna de apoyo.<sup>25</sup>
  
- Más de 60%: (ver **Anexo 5**)
  - *Hip hitch swing* (68%) para las fibras anteriores del GM.<sup>6</sup>
  - Abducción de cadera en bipedestación a 30° (64,68%) y a 0° (63,59%).<sup>12</sup>
  - Abducción isométrica de cadera en decúbito lateral con cadera en rotación interna (61,34%).<sup>19</sup>
  - 10 RM abducción cadera en decúbito lateral (99,9%).<sup>24</sup>
  - *Forward step up* (62,7%).<sup>24</sup>
  - *Lateral step up* (61%).<sup>24</sup>

Por otro lado, el ratio de activación muscular fue calculado en los siguientes estudios:

- ✓ Hae-rim, H.et al 2017<sup>20</sup>: Mayor ratio de activación GM/TFL en la sentadilla monopodal con apoyo en pared (2,4). Menor ratio activación GM/TFL en *Lateral step down* (0,8).

- ✓ Monteiro, R. et al 2017<sup>21</sup>: no existen diferencias significativas entre el ratio de activación GM/TFL entre las 3 variantes del *Pelvic drop*. El ratio GM/CL es mayor durante la realización de dicho ejercicio con la cadera en posición de rotación interna.
  
- ✓ Sidorkewicz, N.:et al 2014<sup>22</sup>: en el ratio GM/TFL, tanto el *clamshell* como la abducción de cadera en decúbito lateral permanecen GM dominantes pero el *clamshell* tiene un ratio mayor (menos activación del TFL). GM/TFL: *Clamshell*: 60° (9,29), 30° (5,83), 45° (5,13); ABD decúbito lateral: RE (1,40), N (1,13) y RI (1,10).
  
- ✓ Ji-hyun, L.et al 2014<sup>19</sup>: Ratio GM/TFL y GM/G Mayor durante el ejercicio de abducción isométrica de cadera en rotación interna mayor ratio ambos (2,1 y 3,2, respectivamente.).
  
- ✓ Lehecka, B.J.et al 2017<sup>14</sup>: Puente monopodal con 135° de flexión de rodilla con la rodilla contralateral extendida es el ejercicio que mayor ratio GM/Bíceps femoral presenta en comparación con el resto de variantes del puente monopodal realizadas en el estudio.

En la **Tabla X** se muestran las características generales de los artículos:

**Tabla X. Características generales**

Autor y año	Tipo de estudio	Características de la muestra	Objetivos	Intervención	Resultados
Ganderton, C. et al 2017 <sup>6</sup>	Estudio transversal (observacional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 mujeres sanas postmenopáusicas</li> <li>- 60,2 ± 2,6 años</li> </ul>	<p>Conocer el nivel de activación de los 3 segmentos del GM durante 4 ejercicios isométricos y 3 dinámicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 series 6 repeticiones</li> <li>- 2 segundos concéntrico 2 segundos excéntrico los ejercicios dinámicos y</li> <li>3 series de 15 segundos los isométricos.</li> <li>- Medición electromiográfica (EMG)</li> <li>Ejercicios isométricos:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Hip hitch</u></li> <li>- <u>Hip hitch toe top</u></li> <li>- <u>Hip hitch hip swing</u></li> <li>- <u>Standing isometric hip abduction</u></li> </ul> </li> <li>Ejercicios dinámicos:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Sit to stand</u></li> <li>- <u>Dip test</u></li> <li>- <u>Clam (45° flexion)</u></li> </ul> </li> </ul>	<p>Mayor activación en los ejercicios isométricos que en los dinámicos.</p> <p>Mejor ejercicio: Hip hitch swing (anterior 68%, medio 40% y posterior 44%)</p> <p>Dip test mejor de los dinámicos.</p> <p>Clam: el peor (22% MVIC)</p>
Hae-rim, H. et al 2017 <sup>20</sup>	Estudio observacional (medidas repetidas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 22 sujetos (11 hombres y 11 mujeres)</li> <li>- 22,8 ± 1,7 años</li> </ul>	<p>Conocer el nivel de activación de la musculatura de la cadera (GM) durante 4 sentadillas monopodales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 repeticiones, 30 segundos de descanso entre ellas y 3 minutos entre ejercicio.</li> <li>- <u>Sentadilla monopodal</u></li> <li>- <u>Sentadilla monopodal apoyo pared</u></li> <li>- <u>Lateral step-down</u></li> <li>- <u>Frontal step-down</u></li> </ul>	<p>Sentadilla monopodal en pared 24% MVIC.</p> <p>Lateral step down (22%), y frontal step down (20%)</p> <p>Mayor ratio GM/TFL en sentadilla monopodal en pared (2,4) y Lateral</p>

					stepdown menor ratio (0,8).
--	--	--	--	--	-----------------------------

Monteiro, R. et al 2017 <sup>21</sup>	Estudio observacional (medidas repetidas)	- 17 sujetos (6 hombres y 11 mujeres) - 25,6 ±1,4 años	Evaluar el efecto de las rotaciones de cadera en el reclutamiento de GM, tensor de la fascia lata y cuadrado lumbar durante el ejercicio pelvic drop.	- 2 series de 4 repeticiones. <u>Pelvic drop:</u> - En posición neutra - En rotación interna - En rotación externa	% activación GM (% MVIC): - Neutra 42,11%; RI 42,43% y RE 32,77%. Ratio GM/TFL no diferencia entre las 3 posiciones. Ratio GM/CL mayor en RI y posición neutra que en RE.
Sinsurin, K. et al 2015 <sup>12</sup>	Estudio observacional (medidas repetidas)	- 9 hombres - Entre 18 y 25 años	Examinar la activación del GM mientras se realiza el ejercicio de <u>abd de cadera en bipedestación</u> diferentes ángulos.	- 3 repeticiones para cada ángulo (30 segundos entre repeticiones, 120 segundos entre ejercicios). - 0°, 15°, 30°, 45°, 60° y 90°.	Mayor activación en miembro móvil: 30° (64,68%), 0° (63,59%), 15° (59,47%), 45° (53,69%), .

<p>Youdas, J. et al 2014<sup>13</sup></p>	<p>Estudio observacional (medidas repetidas)</p>	<p>- 26 participantes (13 hombres y 13 mujeres) - 25,3 ± 3,1 años</p>	<p>Cuantificar simultáneamente los niveles de activación electromiográfica de GM a través de cuatro ejercicios de facilitación neuromuscular propioceptiva.</p>	<p>- 3 repeticiones cada ejercicio, resistencia ejercida por theraband plateado. <u>Diagonal 1 en flexion (D1F)</u>: F, AD, RE <u>Diagonal 2 en flexion (D2F)</u>: F, ABD, RI <u>Diagonal 1 en extensión (D1E)</u>: E, ABD, RI <u>Diagonal 2 en extensión (D2E)</u>: E, AD, RE</p>	<p>% activación GM: - D2F 49,8% - D1E 38,9 % - D2E 35,3% - D1F 22,2% No se aprecian diferencias electromiográficas entre la pierna de apoyo y la pierna móvil.</p>
<p>Sidorkewicz, N. et al 2014<sup>22</sup></p>	<p>Estudio observacional (medidas repetidas)</p>	<p>- 13 hombres - 24,8 ± 4,2 años</p>	<p>Cuantificar el efecto de alterar la orientación de la cadera durante el "clamshell" en decúbito lateral y durante abd de cadera en decúbito lateral en la activación de GM y tensor de la fascia lata.</p>	<p>- 3 repeticiones cada ejercicio. - <u>Clamshell</u>: 30°, 45° y 60° flexión cadera - <u>ABD cadera decúbito lateral</u>: neutro, rotación interna y rotación externa.</p>	<p>ABD cadera en decúbito lateral en rotación interna 48,67% MVIC, rotación externa (36,50%) y neutra (36,70%). Clamshell: 30° (26,8%); 45° (35,55°) y 60° (36,49%).  Ratio GM/TFL: ambos ejercicios permanecen GM dominantes pero el clamshell tiene un ratio mayor (menos activación del TFL).</p>



<p>Ji-hyun, L. et al 2014<sup>19</sup></p>	<p>Estudio observacional</p>	<p>-19 sujetos (8 hombres y 11 mujeres) -21±1,7 años</p>	<p>Establecer los efectos de distintas rotaciones de cadera durante abducción isométrica en decúbito lateral en sujetos con debilidad de GM</p>	<p>-50% del ROM de abducción de cadera y mantener 5 segundos. -<u>ABD cadera decúbito lateral</u>: neutro, rotación interna y rotación externa.</p>	<p>ABD cadera en decúbito lateral en posición de rotación interna: mayor activación GM (61,34% MVIC). En rotación externa (53%). Ratio GM/TFL y GM/GMayor: en rotación interna mayor ratio ambos.</p>
<p>Sung-Kwang, J. et al 2015<sup>23</sup></p>	<p>Estudio observacional</p>	<p>-15 hombres -29,1±2,8</p>	<p>Comparar la activación de las 3 porciones del GM durante cuatro ejercicios en carga.</p>	<p>-3 repeticiones, 30 segundos entre repetición y 1 minuto entre ejercicios. Ejercicios isométricos 5 segundos de mantenimiento; Pelvic drop: 2 segundos subida, 2 segundos bajada. - <u>Hip fire hydrant</u> - <u>Standing forward bent horizontal hip abduction (SFB-HHA)</u> - <u>Wall press</u> - <u>Pelvic drop</u></p>	<p>Subdivisiones GM: - Anterior: Pelvic drop 25,40% - Media: Pelvic drop 23,43% y SFB-HHA 23,36% - Posterior: SFB-HHA 37,41% y Wall press 29,24%</p>
<p>Lehecka, B.J. et al 2017<sup>14</sup></p>	<p>Estudio transversal (observacional). Nivel 3.</p>	<p>-28 sujetos (12 hombres y 16 mujeres) -23,4±2,2</p>	<p>Determinar qué posición del puente monopodal es mejor para activar GM.</p>	<p>8 repeticiones cada ejercicio. <u>Puente monopodal</u>: -90° y otra rodilla extendida (57,81%) -135° y otra rodilla extendida (57,23%) -90° y otra rodilla flexionada (55,05%) -90°, tobillo en FD y otra rodilla flexionada (54,27%) -135°, tobillo en FD y otra rodilla flexionada (41,63%)</p>	<p>-135° con la otra rodilla extendida es el mejor ejercicio ya que es el ejercicio que más activa GM y que mayor ratio GM/Bíceps femoral presenta.</p>

MacAskill, M. et al 2014 <sup>24</sup>	Estudio observacional. Nivel 3 evidencia.	34 sujetos (14 hombres y 20 mujeres). 21,2±1,8	Comparar activación de GM y glúteo mayor durante ejercicios en carga y en descarga.	-3 series, 5 repeticiones y 3 minutos de descanso entre serie. <u>-Forward step up</u> <u>-Lateral step up</u> <u>-10 RM abd cadera en decúbito lateral</u> <u>-10 RM extensión cadera en prono</u>	Activación GM: 10 RM abd cadera en decúbito lateral (99,9%): ejercicio más efectivo para fortalecer GM. Forward step up (62,7%) Lateral step up (61%) 10 RM extension cadera (38%)
Barton, C. et al 2014 <sup>9</sup>	Estudio observacional	19 sujetos (11 hombres y 8 mujeres) 28,4±2,7	Establecer el efecto de variar las formas de squat en la activación de la musculatura glútea.	Isométricos durante 5 segundos. <u>-Sentadilla monopodal</u> : apoyando pierna en pared y apoyando pierna en pelota. <u>Sentadilla bipodal</u> : apoyando espalda en pared y en pelota.	Mayor activación de GM la sentadilla monopodal con apoyo de pierna en pelota (46% MVIC). Sin apoyo en pelota 42% MVIC.
Adams, K. et al 2014 <sup>25</sup>	Estudio observacional (medidas repetidas)	26 sujetos (13 hombres y 13 mujeres). 25,3±3,1	Cuantificar los niveles de activación de GM durante los ejercicios contrarresistencia de las extremidades inferiores con banda elástica.	4 ejercicios por orden aleatorio, 3 repeticiones cada ejercicio. Resistencia con theraband plateado. <u>-Cross-over</u> <u>-Reverse cross-over</u> <u>-Front-pull</u>	Mayor activación de GM: reverse cross-over 52,9% en pierna móvil y 50% en pierna de apoyo. Back pull 30,7% en pierna móvil y 31,4% en pierna de apoyo. Front pull 16,7% pierna móvil y 29,1% en pierna apoyo.

				- <u>Back-pull</u>	Cross-over 14,9% pierna móvil y 13,1% pierna apoyo. No existen diferencias en beneficio terapéutico de trabajar con la pierna móvil o con la pierna de apoyo.
Min-Hyeok, K. et al 2014 <sup>26</sup>	Estudio observacional	17 hombres 23±1,4	Determinar los efectos de la flexión de hombro resistida usando theraband, en la activación muscular glútea durante una sentadilla bipodal.	-3 repeticiones, 60° de flexión de rodilla, 90° flexión de hombro, theraband azul, fase de bajada 3 segundos y fase de subida 3 segundos. - <u>Sentadilla bipodal:</u> con y sin flexión resistida de hombros.	Activación de GM: -Fase de bajada: 12,09% con flexión resistida de hombro y 8,82% sin flexión de hombro. -Fase de subida: 11,58% con flexión resistida de hombro y 8,44% sin flexión de hombro. Combinar flexión resistida de hombros con sentadillas aumenta la actividad electromiográfica de GM.

## 7. DISCUSIÓN

En esta revisión se han incluido 13 estudios transversales de tipo observacional que miden el tanto por ciento de activación del músculo GM durante diversos ejercicios empleados habitualmente en los procesos de rehabilitación. Además, otra variable estudiada en los artículos incluidos es el ratio de activación muscular comparando el GM con otra musculatura lumbo-pélvica, generalmente con el TFL. Existen numerosos artículos que valoran este tema concreto, por ello hemos limitado la búsqueda solamente a los últimos 5 años en todas las bases de datos.

Los artículos incluidos presentan gran variabilidad entre ellos. Primeramente, el tamaño muestral general es bajo, con una media que ronda los 20 sujetos. El estudio con más individuos es el de MacAskill, M. et al 2014<sup>24</sup> que cuenta con 34 sujetos y, por otro lado, el estudio de Sinsurin, K. et al 2015<sup>12</sup> es el único que presenta una muestra menor a los 10 sujetos, en concreto 9.

Por lo tanto, estos tamaños muestrales relativamente bajos pueden influir en los resultados de los estudios debido a que cuanto menor número de sujetos se sometan a las distintas intervenciones, mayor probabilidad existe de que el resultado de los mismos sea causado por el azar.

En cuanto a la edad, hemos de tener en cuenta que exceptuando el estudio de Ganderton C. et al 2017<sup>6</sup>, que realiza su análisis en mujeres de alrededor de 60 años, el resto están aplicados en sujetos jóvenes en los que en ningún caso se han superado los 32 años de edad. Esto implica que, probablemente, los ejercicios empleados no darían los mismos resultados en sujetos con una edad más avanzada debido a que en la mayoría de casos no se podrían llevar a cabo por conllevar una ejecución demasiado exigente.

El nivel activo y el estado de salud de los individuos son factores a tener en cuenta ya que todos los individuos son sanos, sin antecedentes lesionales ni quirúrgicos en los últimos 6 meses y podría ocurrir que en sujetos con patología la respuesta a los ejercicios expuestos fuese diferente que los obtenidos en la presente revisión.

La valoración inicial de la activación máxima del GM también varía entre los distintos estudios. El método de cálculo de la MVIC en cuanto a posicionamiento del paciente es idéntico en todos los estudios aunque, en cambio, el tiempo de contracción isométrica varía

así como también el descanso entre pruebas. Esto podría dar lugar a un cambio en el resultado final de la prueba, ya que cuanto mayor tiempo de contracción, mayor podrá ser el pico de fuerza generado por el sujeto. Por otro lado, cuanto menor sea el tiempo de descanso entre las valoraciones el individuo se encontrará con mayor fatiga de forma que disminuirá consecuentemente su pico de fuerza.

Así mismo, existen variaciones entre el número de repeticiones, series y tiempos de descanso de los ejercicios estudiados entre los distintos artículos, lo que podría influir en el porcentaje final de la activación muscular del GM puesto que a mayor número de repeticiones y series evaluadas, más precisa será la medición llevada a cabo.

Otro aspecto a tener en cuenta es el tipo de electrodos empleados en este tipo de estudios. Los electrodos utilizados han sido siempre superficiales (aplicándose sobre la piel del sujeto), pudiendo ocurrir que la señal electromiográfica se contamine más fácilmente confundiéndose con la señal de músculos cercanos (diafonía). Sería interesante también, analizar la zona de colocación de los electrodos superficiales así como el tipo de electromiógrafo y amplificador utilizado por parte de cada uno de los investigadores para conocer si existen diferencias significativas en estos aspectos entre los distintos artículos, influyendo así en el resultado de la medición. Por ejemplo, colocar los electrodos en posiciones diferentes o con distintas referencias topográficas puede generar que el electromiógrafo registre valores distintos en el mismo sujeto pudiendo generar una alteración del resultado del estudio.

El estudio de la activación muscular en los presentes artículos se debe a la teoría de que los ejercicios que registran mayor actividad electromiográfica resultarán de manera positiva en el objetivo de la ganancia de fuerza durante el proceso de rehabilitación. Por ello, esta revisión se encarga de analizar qué ejercicios presentan mayor activación de GM en diferentes posiciones.

Hay que tener en cuenta que no todos los pacientes pueden comenzar con ejercicios de potenciación o fortalecimiento en una fase temprana. Por ejemplo, en los pacientes con debilidad muy grande o post-quirúrgicos es primordial mejorar en un principio la resistencia muscular, el control motor y la activación neuromuscular, antes que ganar fuerza. Hay que tener en cuenta que para el fortalecimiento de cualquier músculo o grupo muscular se debe realizar una progresión desde ejercicios más sencillos y en descarga a ejercicios más complejos y en carga, más funcionales. Además, la demanda de un determinado ejercicio

puede estar influenciada por el plano de movimiento realizado, por los efectos de la gravedad, la velocidad del movimiento, la base de apoyo, el tipo de contracción muscular,... entre otros aspectos.

Para facilitar la clasificación de los ejercicios incluidos se categorizan los resultados de activación de GM en cuatro grupos: 0-20% (nivel bajo), 21-40% (nivel moderado), 41-60% (nivel alto) y mayor de 60% (nivel muy alto). Como se ha mencionado anteriormente en esta revisión, se recomiendan para la ganancia de fuerza los ejercicios que superen el 40% de activación del MVIC.

A continuación se analizan los distintos tipos de ejercicios estudiados en este trabajo. Los **ejercicios en descarga** que se incluyen en esta revisión son muy variados. Se estudian ejercicios en descarga tanto isométricos como dinámicos:

El ***clam exercise o clamshell*** (ejercicio de la almeja) se analiza en dos de los estudios seleccionados: Sidorkewicz, N. et al 2014<sup>22</sup> y Ganderton, C. et al 2017<sup>6</sup>.

Ninguna de las posiciones de este ejercicio alcanza el 40% efectivo de activación necesario para ganar la fuerza, sin embargo, en fases tempranas de rehabilitación en las que no se puedan realizar ejercicios en carga, puede ser un buen ejercicio para comenzar a activar este músculo minimizando la activación del tensor de la fascia lata. Tras observar los resultados se recomienda realizar este ejercicio en un ángulo de flexión de cadera de 60°, mejor que en ángulos con menor flexión de cadera como 45 y 30°.

Además, este ejercicio es el que mayor ratio GM/TFL presenta, lo que quiere decir que la activación del tensor de la fascia lata es mínima y sería interesante aplicarlo, por ejemplo, en pacientes con disfunciones femoropatelares o de la cintilla iliotibial puesto que el TFL tracciona de la rótula en dirección lateral y no nos interesaría en estos casos la hiperactivación de este músculo durante los ejercicios a realizar.

El **ejercicio de abducción de cadera en decúbito lateral** se estudió en 3 artículos incluidos en la revisión: Sidorkewicz N. et al 2014<sup>22</sup>, Ji-hyun L. et al 2014<sup>19</sup> y MacAskill, M. et al 2014<sup>24</sup>.

Tras los resultados de dichos estudios extraemos que se debe utilizar el ejercicio de abducción de cadera en decúbito lateral realizándolo en posición de rotación interna de la

cadera y sumándolo con una contracción isométrica. Sin embargo, la mayor activación de GM registrada en esta revisión es con este ejercicio con una carga de la 10 RM calculada previamente. Hay que añadir que este último puede ser un ejercicio muy exigente para personas con patología o de edad avanzada.

Hay que destacar que este ejercicio permanece en todas las posiciones GM dominante respecto al tensor de la fascia lata, sin embargo el ratio de activación es menor comparado con el *clamshell*.

Un estudio (Lehecka, B.J.et al 2017<sup>14</sup>) se encargó de estudiar cinco variantes del **punteo monopodal**. Este ejercicio con flexión de rodilla de 135° fue la variante que presentó mayor activación de GM, minimizando además la activación del bíceps femoral ya que en esta posición los isquiotibiales se colocan en acortamiento. Por lo tanto, este último sería el puente monopodal que se recomienda utilizar si se tiene como objetivo la activación del GM en descarga del peso corporal, sin activar en exceso la musculatura isquiotibial.

El último de los ejercicios en descarga que se analiza en esta revisión es **la extensión de cadera en decúbito prono con una carga externa de 10 RM**. Este ejercicio mostró una activación de GM menor al 40% de la MVIC. Por tanto, no es un ejercicio muy recomendado para fortalecer GM ya que principalmente activa el glúteo mayor y la carga externa podría ser contraproducente en cierto tipo de pacientes.

Los **ejercicios en carga** incluidos en el presente trabajo son los siguientes:

➤ **Sentadillas:**

Cuatro estudios incluyeron este tipo de ejercicio: Hae-rim, H.et al 2017<sup>20</sup>, Barton, C.et al 2014<sup>9</sup>, Min-Hyeok, K.et al 2014<sup>26</sup> y Ganderton, C. et al 2017<sup>6</sup>.

La sentadilla monopodal es un ejercicio que activa de nivel moderado a alto el GM y los resultados en activación se incrementan al utilizar apoyo en pared o en pelota de pilates en el caso de la sentadilla monopodal y también aumentan al realizar una flexión resistida de hombro al mismo tiempo que se realiza una sentadilla bipodal. Por lo tanto este es un ejercicio a utilizar en el proceso de rehabilitación en pacientes con debilidad en el GM.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la sentadilla monopodal es un ejercicio muy exigente y dificultoso que en rara ocasión se podrá emplear en personas de edad mediana y avanzada, ni en fases tempranas de la rehabilitación.

- **Pelvic drop o hip hitch:** artículos de Ganderton, C. et al 2017<sup>6</sup> y Monteiro, R. et al 2017<sup>21</sup>.

El ejercicio *pelvic drop* es un ejercicio que se debe usar preferentemente en la rehabilitación de personas con debilidad de GM con la posición de la cadera en rotación interna o neutra, o bien con balanceo del miembro inferior contralateral debido a su alto porcentaje de activación respecto a la MVIC. Estos hallazgos pueden ser explicados debido a que la posición en rotación medial de la cadera aumenta la longitud y la tensión muscular del GM, lo que podría producir gran activación de este músculo al alterar la posición de los sarcómeros durante el *pelvic drop* en rotación interna.

- **Abducción de cadera en bipedestación en distintos grados:**

El estudio de Sinsurin, K. et al 2015<sup>12</sup> analizó este ejercicio en diferentes ángulos del plano transversal. Este es un ejercicio poco exigente ya que no requiere un gran control motor para realizarlo (se puede realizar en personas de edad avanzada) y aun así produce gran activación del GM, por lo tanto sería un ejercicio potencialmente útil para emplearlo en el ámbito de la Fisioterapia.

- **Ejercicios en bipedestación con resistencia ofrecida por goma elástica:**

El estudio de Youdas, J. et al 2014<sup>13</sup> compara las cuatro diagonales de facilitación neuromuscular propioceptiva del miembro inferior y concluye que la diagonal 2 de flexión (flexión, abducción y rotación interna) es la que genera mayor activación de GM de todas (49,8%). Es la única de las diagonales que supera el 40% teórico de la MVIC necesario para trabajar la fuerza.

En cambio, no considero que sea un ejercicio que consigan realizar ciertos pacientes como por ejemplo personas de edad avanzada o con un pobre control motor ya que, o no conseguirán realizar el movimiento, o lo conseguirán a expensas de realizar múltiples compensaciones.



Adams, K.et al 2014<sup>25</sup> estudiaron los siguientes cuatro ejercicios: *reverse cross-over*, *back pull*, *frontpull* y *cross-over*. No se observan diferencias significativas entre la pierna de apoyo y la pierna que se encuentra en movimiento contra la goma elástica, por lo que no existe beneficio terapéutico en trabajar con una o con otra en el ámbito clínico.

Sin embargo, estos datos pueden conducir a error ya que la resistencia de la goma elástica es variable y no siempre se realiza la misma resistencia, por lo que hay que tener en cuenta que complica la medición de este tipo de ejercicios.

➤ **Ejercicios de subir a un step:**

MacAskill, M.et al 2014<sup>24</sup> estudian *forward step up* y *lateral step up*. Estos ejercicios provocan un nivel muy alto de activación de GM (>60%) por lo que se deberían tener en cuenta a la hora de realizar un programa de rehabilitación en sujetos con debilidad de este músculo en el caso de que sean capaces de realizar un apoyo monopodal en carga.

➤ **Wall press (presión sobre la pared):**

En la presente revisión, solamente un artículo analiza este ejercicio: el artículo de Sung-Kwang, J.et al 2015<sup>23</sup>, dando una activación moderada de las fibras posteriores del GM. Con este resultado, no sería un ejercicio recomendado para fortalecer GM puesto que no llega al 40% necesario para conseguir ese objetivo.

Comparando entre los ejercicios isométricos y dinámicos, en general, son los segundos los que provocan mayor activación del GM. A su vez, hay que matizar que son los más estudiados y quizá deberían incluir variantes en isometría cuando fuese posible.

En cuanto a realizar el fortalecimiento del GM en cadena cinética abierta o cadena cinética cerrada se considera más adecuado trabajar este músculo en cadena cerrada ya que sus funciones principales y más importantes se llevan a cabo en esta situación: fase de apoyo durante la marcha y apoyo monopodal en distintas tareas funcionales.

Para determinar cuáles son los ejercicios más adecuados para el trabajo del GM de entre los analizados en la presente revisión, se tendrá en cuenta si presentan una

activación mayor del 60% de la MVIC (nivel muy alto) y el mayor número resultante del cociente entre GM y otra musculatura, principalmente el TFL por ser el ratio más estudiado.

Dada la importancia del GM en el mantenimiento del control lumbopélvico durante la marcha y otras actividades funcionales, y teniendo en cuenta las disfunciones asociadas a su debilidad, es primordial un adecuado conocimiento acerca de cómo se puede trabajar de forma más eficiente y segura para el paciente. Por ello, se recomienda profundizar en el estudio del glúteo medio mediante trabajos que cuenten con un mayor tamaño muestral que incluyan sujetos con más amplio rango de edad, trasladándolo en la medida de lo posible al ámbito clínico e incorporando un mayor número de ejercicios en isometría.

## 8. CONCLUSIONES

- Los distintos ejercicios orientados al trabajo del GM generan un aumento de la activación del músculo en diferentes proporciones: activación muscular menor del 20% de la MVIC (nivel bajo), entre 21 y 40% (nivel moderado), entre 41-60% (nivel alto) y mayor del 60% (nivel muy alto); así como mejoras en el ratio de activación en algunos de estos ejercicios, siendo mayores durante el ejercicio del *clamshell* en cuanto al ratio GM/TFL (ejercicios con mayor flexión de cadera disminuyen activación del TFL).
- Los ejercicios más empleados en el estudio del GM son las sentadillas, el ejercicio de abducción de cadera en decúbito lateral y el *clamshell*.
- Los ejercicios más adecuados para el trabajo del GM, basándonos en el tanto por ciento de activación (>60%) son:
  - En descarga: la 10 RM abducción en decúbito lateral (99,9%) y la abducción isométrica en decúbito lateral con cadera en rotación interna (61%).
  - En carga el *hip hitch swing* para fibras anteriores (68%), la abducción en bipedestación a 30° (64,68%), *forward step up* (62%) y el *lateral step up* (61%).
- Los ejercicios más adecuados para el trabajo del GM, basándonos en el ratio de activación muscular son: el *clamshell* que es el ejercicio que mayor ratio GM/TFL presenta: 60° (9,29), 30° (5,85) y 45° (5,13); seguido por la sentadilla monopodal con apoyo en pared (2,4).
- El sistema de evaluación más empleado en el estudio del GM es la electromiografía con electrodos de superficie, realizándose una comparación entre la activación de la contracción isométrica máxima voluntaria de este músculo y el valor de la activación muscular durante el ejercicio propuesto.

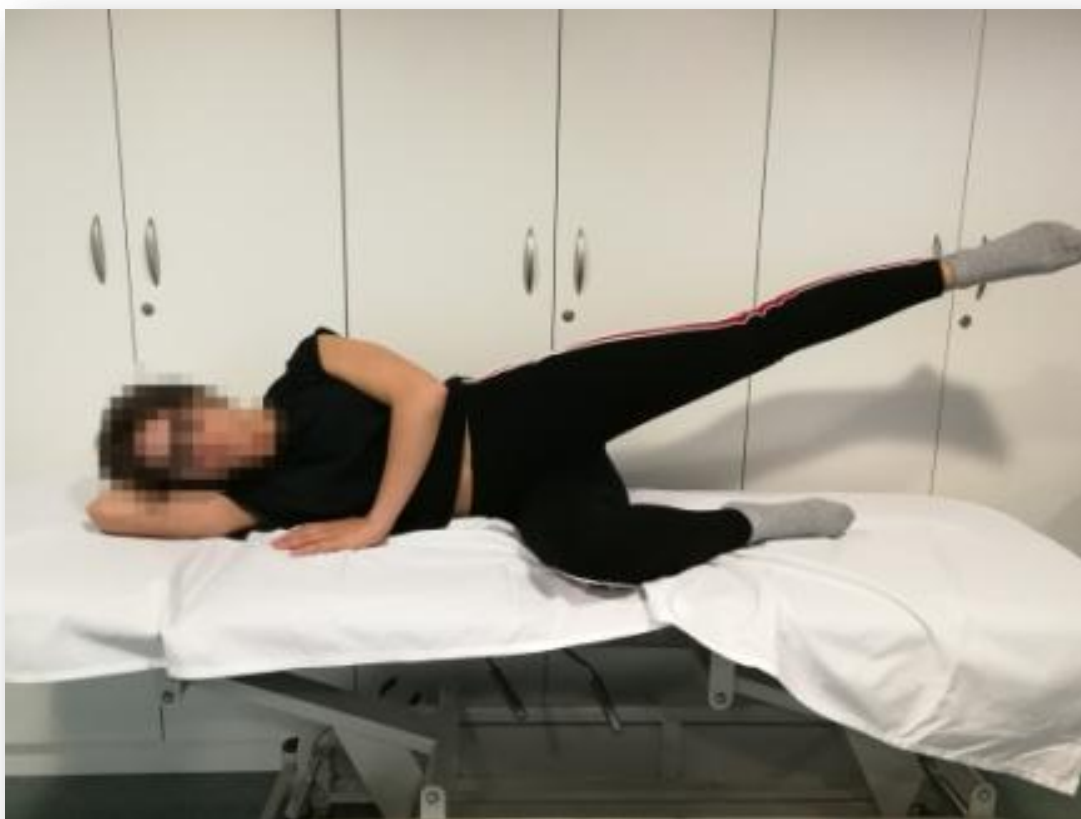
## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez-Luna E, Navas DF, Aponte-Mayor G, Betancourt-Buitrago LA. Literature review methodology for scientific and information management, through its structuring and systematization. *DYNA*. 2014;81(184):158-63.
2. Presswood L, Cronin J, Keogh JWL, Whatman C. Gluteus Medius: Applied Anatomy, Dysfunction, Assessment, and Progressive Strengthening. *Strength and Conditioning Journal*. 2014;
3. Reiman MP, Bolgla LA, Loudon JK. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiother Theory Pract*. 2012;28(4):257-68.
4. Travell JG, Simons DG. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. Williams & Wilkins; 1983. 660 p.
5. Lee J-W, Kim Y-J, Koo H-M. Activation of the gluteus medius according to load during horizontal hip abduction in a one-leg stance. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(8):2601-3.
6. Ganderton C, Pizzari T, Cook J, Semciw A. Gluteus Minimus and Gluteus Medius Muscle Activity During Common Rehabilitation Exercises in Healthy Postmenopausal Women. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017;47(12):914-22.
7. Otten R, Tol JL, Holmich P, Whiteley R. Electromyography activation levels of the 3 gluteus medius subdivisions during manual strength testing. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2015;24:244-51.
8. Gowda AL, Mease SJ, Donatelli R, Zelicof S. Gluteus medius strengthening and the use of the Donatelli Drop Leg Test in the athlete. *Phys Ther Sport*. 2014;15(1):15-9.
9. Barton CJ, Kennedy A, Twycross-Lewis R, Woledge R, Malliaras P, Morrissey D. Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a Swiss ball. *Phys Ther Sport*. 2014;15(1):39-46.
10. Kendall FP. *Kendall's músculos: pruebas funcionales, postura y dolor*. Madrid: Marbán; 2007. 480 p.
11. Cooper NA, Scavo KM, Strickland KJ, Tipayamongkol N, Nicholson JD, Bewyer DC, et al. Prevalence of gluteus medius weakness in people with chronic low back pain compared to healthy controls. *Eur Spine J*. 2016;25(4):1258-65.
12. Sinsurin K, Pluemjai S, Srisangboriboon S, Suanshan S, Vachalathiti R. Gluteus Medius Muscle Activities during Standing Hip Abduction Exercises in the Transverse Plane at Different Angles. *J Med Assoc Thai*. 2015;98 Suppl 5:S42-47.
13. Youdas JW, Adams KE, Bertucci JE, Brooks KJ, Steiner MM, Hollman JH. Magnitudes of gluteus medius muscle activation during standing hip joint movements in spiral-diagonal patterns using elastic tubing resistance. *Physiother Theory Pract*. 2015;31(6):410-7.

14. Lehecka BJ, Edwards M, Haverkamp R, Martin L, Porter K, Thach K, et al. Building a better gluteal bridge: electromyographic analysis of hip muscle activity during modified single leg bridges. *Int J Sports Phys Ther.* 2017;12(4):543-9.
15. Ruiz Morales Á, Morillo Zárate L. *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada.* 2.<sup>a</sup> ed. Panamericana; 2004. 576 p.
16. Zotero | Your personal research assistant [Internet]. [citado 6 de junio de 2018]. Disponible en: <https://www.zotero.org/>
17. Raez MBI, Hussain MS, Mohd-Yasin F. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. *Biol Proced Online.* 2006;8:11-35.
18. Meldrum D, Cahalane E, Conroy R, Fitzgerald D, Hardiman O. Maximum voluntary isometric contraction: reference values and clinical application. *Amyotroph Lateral Scler.* febrero de 2007;8(1):47-55.
19. Lee J-H, Cynn H-S, Kwon O-Y, Yi C-H, Yoon T-L, Choi W-J, et al. Different hip rotations influence hip abductor muscles activity during isometric side-lying hip abduction in subjects with gluteus medius weakness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2014;24(2):318-24.
20. Han H-R, Yi C-H, You S-H, Cynn H-S, Lim O-B, Son J-I. Comparative Effects of Four Single Leg Squat Exercises in Subjects with Gluteus Medius Weakness. *J Sport Rehabil.* 2017;1-27.
21. Monteiro RL, Facchini JH, de Freitas DG, Callegari B, João SMA. Hip Rotations' Influence of Electromyographic Activity of Gluteus Medius Muscle During Pelvic-Drop Exercise. *J Sport Rehabil.* 2017;26(1):65-71.
22. Sidorkewicz N, Cambridge EDJ, McGill SM. Examining the effects of altering hip orientation on gluteus medius and tensor fasciae latae interplay during common non-weight-bearing hip rehabilitation exercises. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2014;29(9):971-6.
23. Ju S-K, Yoo W-G. Electromyographic analysis of gluteus medius subdivisions during hip abductor strengthening exercises. *Isokinetics and Exercise Science.* 2016;24(2):91-8.
24. MacAskill MJ, Durant TJS, Wallace DA. Gluteal muscle activity during weightbearing and non-weightbearing exercise. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(7):907-14.
25. Youdas JW, Adams KE, Bertucci JE, Brooks KJ, Nelson MM, Hollman JH. Muscle activation levels of the gluteus maximus and medius during standing hip-joint strengthening exercises using elastic-tubing resistance. *J Sport Rehabil.* 2014;23(1):1-11.
26. Kang M-H, Jang J-H, Kim T-H, Oh J-S. Effects of Shoulder Flexion Loaded by an Elastic Tubing Band on EMG Activity of the Gluteal Muscles during Squat Exercises. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(11):1787-9.

## 10.ANEXOS

### ANEXO 1: METODOLOGÍA EVALUACIÓN MVIC GM



**Ilustración III. Posición MVIC Glúteo medio**

## **ANEXO 2: <20% MVIC GM**

### 1. Sentadilla monopodal<sup>20</sup>

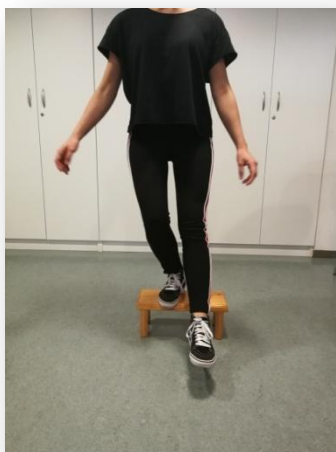
Sujeto en apoyo monopodal. La rodilla dominante se flexiona mientras que la rodilla no dominante se dobla lo suficiente como para evitar que toque el suelo durante el ejercicio.



**Ilustración IV. Sentadilla monopodal**

### 2. Frontal step down<sup>20</sup>

Sujeto sobre escabel en apoyo monopodal. La rodilla no dominante permanece extendida y se flexiona la pierna de apoyo.



**Ilustración V. Frontal step down**

3. Wall press<sup>23</sup>

Sujeto de pie al lado de una pared con el lado que soporta el peso más alejado de la pared. Pierna más cercana a la pared en 60° de flexión de cadera y 90° de flexión de rodilla. Se solicitó que mantuviera esta posición mientras que al mismo tiempo empujaba al máximo la rodilla, pierna y tobillo laterales que no soportan peso contra la pared. No se le pidió específicamente que contrajera sus músculos laterales de la cadera que soportan peso.



**Ilustración VI. Wall press**

4. Sentadilla bipodal pelota<sup>9</sup>

Comienza en bipedestación con su columna lumbar contra una pelota y se ordenó realizar una sentadilla durante 2 s hasta alcanzar una posición de 90° de flexión de cadera y rodilla. El participante vuelve a la posición de inicio durante los siguientes 2 s. La colocación de los pies no se limitó, por lo que el sujeto puede completar el ejercicio en una posición cómoda, replicando un entorno clínico.



**Ilustración VII. Sentadilla bipodal con pelota**



5. Cross over<sup>25</sup>

El sujeto cruza el miembro inferior móvil por delante del pie de apoyo contra la resistencia ofrecida por una goma elástica. Los brazos se colocan en jarra sobre las caderas.



**Ilustración VIII. Cross over**

6. Front pull<sup>25</sup>

El sujeto debe realizar flexión de cadera contra una resistencia ofrecida por la goma elástica. Los brazos se colocan en jarra sobre las caderas.



**Ilustración IX. Front pull**

7. Sentadilla bipodal flexión resistida hombro <sup>26</sup>

Posición de pie erguida con los pies separados a la altura de los hombros. Para los ejercicios de sentadillas con flexión del hombro resistida, se colocó una banda elástica debajo de los pies. Se instruyó para agarrar la goma al nivel de la cresta ilíaca para minimizar las diferencias en la resistencia proporcionada por la banda, y luego realizó 90° de flexión del hombro.



**Ilustración X. Sentadilla bipodal con flexión resistida de hombro**

8. Clam 45° <sup>6</sup>

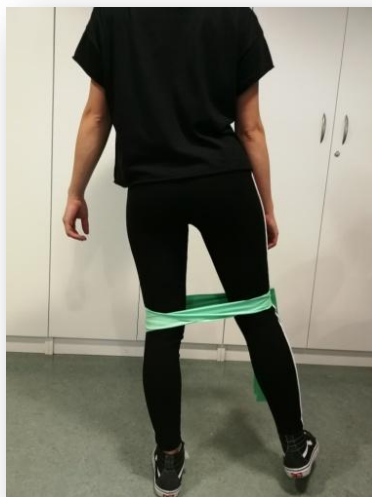
El participante comienza de lado con las caderas y las rodillas flexionadas a 45 ° y completa un movimiento de rotación externa de abducción en la cadera, mientras mantiene los talones en contacto.



**Ilustración XI. Clam 45°**

9. Standing isometric hip abduction<sup>6</sup>

El participante comienza en posición de bipedestación (la distancia entre pies se mide como la distancia entre la cabeza del peroné y el maléolo lateral). Se asegura la cinta elástica alrededor del muslo distal. El participante completa una abducción de cadera parcial al resistir hacia afuera con un 70% de intensidad, manteniendo los pies sobre el suelo.



**Ilustración XII. Standing isometric hip abduction**

10. Sit to stand<sup>6</sup>

El sujeto comienza la prueba sentado en una silla de altura estándar con los pies separados a la anchura de los hombros. El participante debe mantener el tronco erguido, levantarse sin usar las manos y volver a sentarse.



**Ilustración XIII. Sit to stand (I)**



**Ilustración XIV. Sit to stand (II)**

### 11. Dip test<sup>6</sup>

El participante apoya su pie contralateral en un escalón posicionado detrás e inicia una sentadilla con una sola pierna en la pierna afectada hasta una profundidad en la que su talón permanece en contacto con el suelo. El sujeto debe mantener el tronco erguido y se le permite toque ligeramente, pero no para sostener la silla para permanecer en posición vertical y equilibrada.



**Ilustración XV. Dip test**

### 12. Hip firehydrant<sup>23</sup>

Sujeto en posición cuadrúpeda con soporte de peso en un lado. La cadera y la rodilla se flexionaron 90°. La rodilla en el lado que no soporta el peso se levanta con rotación pélvica o lumbar y sin rotación de tórax. Debe mantener la contracción isométrica en posición final durante 5 segundos.



**Ilustración XVI. Hip firehydrant**

### **ANEXO 3: 21-40% MVIC GM**

#### 13. Hip hitch: <sup>6</sup>

El participante levanta su pie no afectado a 1 cm del suelo, subiendo la hemipelvis hacia arriba y manteniendo la extensión completa de la rodilla.



**Ilustración XVII. Hip hitch**

#### 14. Hip hitch toe tap <sup>6</sup>

El participante eleva la pelvis y luego toca con los dedos de su pierna no afectada hacia atrás y hacia adelante sobre y fuera de un step de 7,5 cm (colocado 10 cm por delante de la posición de inicio).



**Ilustración XVIII. Hip hitch toe tap (I)**



**Ilustración XIX. Hip hitch toe tap (II)**

15. Hip hitch hip swing<sup>6</sup>

El participante eleva la pelvis y balancea la pierna hacia delante y hacia atrás 10 ° (movimiento pendular) manteniendo la extensión completa de la rodilla.



**Ilustración XX. Hip hitch hip swing (I)**



**Ilustración XXI. Hip hitch hip swing (II)**

16. Sentadilla monopodal apoyo pared<sup>20</sup>

Sujeto con la espalda apoyada contra una pared de manera que pueda mantenerse sobre una pierna. Cuando se flexiona la rodilla dominante, la rodilla no dominante se extiende y la cadera se flexiona lo suficiente como para evitar que el talón de esta pierna toque el suelo durante el ejercicio.



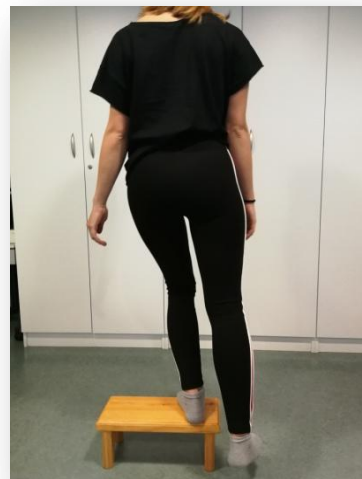
**Ilustración XXII. Sentadilla monopodal apoyo pared**

17. Lateral stepdown<sup>20</sup>

Sujeto en apoyo monopodal al borde de un escalón. La rodilla no dominante permaneció extendida y la rodilla dominante se flexiona durante el ejercicio, el pie de la pierna no dominante no entra en contacto con el escalón.



**Ilustración XXIV. Lateral stepdown (I)**



**Ilustración XXIII. Lateral stepdown (II)**

18. Pelvic drop cadera en RE<sup>21</sup>

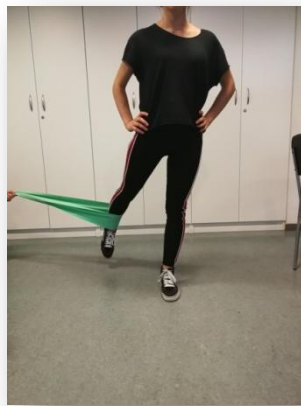
El principio del ejercicio es aducir la cadera en una cadena cinética cerrada manteniendo las piernas desiguales. Luego, el sujeto realizó abducción de la cadera hasta el punto donde estaban los pies y no había inclinación del tronco como un movimiento compensatorio. La extremidad dominante se colocó en neutral en una escalera, y la extremidad contralateral se colocó en rotación externa de cadera de 20°.



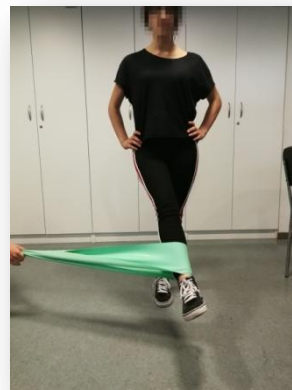
**Ilustración XXV. Pelvic drop cadera RE**

19. D1F<sup>13</sup>

Con las manos en las caderas y equilibrándose en la extremidad de apoyo, el sujeto coloca la extremidad en movimiento por detrás de la extremidad de la postura con los dedos tocando suavemente el suelo. La cadera derecha está en una posición de extensión femoral sobre pelvis, abducción y rotación interna. Luego, el sujeto flexiona, aduce y gira externamente la cadera de la extremidad en movimiento cruzando la línea media del cuerpo en una trayectoria espiral-diagonal contra la resistencia proporcionada por la goma elástica.



**Ilustración XXVII. D1F (I)**



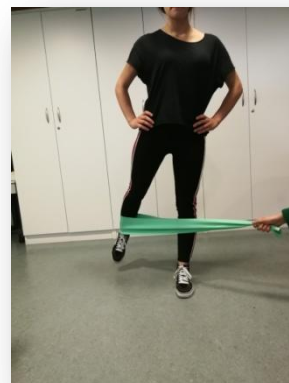
**Ilustración XXVI. D1F (II)**

20. D1E<sup>13</sup>

Con las manos en las caderas y equilibrándose en la extremidad derecha, el sujeto posiciona la extremidad móvil anterior a la extremidad de la postura con la cadera en el rango final de la flexión femoral sobre la pelvis, la aducción y la rotación externa. Posteriormente, el sujeto extiende, abduce y gira internamente la cadera de la extremidad móvil cruzando la línea media del cuerpo en una trayectoria espiral-diagonal contra la resistencia proporcionada por la goma elástica.



**Ilustración XXIX. D1E (I)**



**Ilustración XXVIII. D1E (II)**



21. D2E<sup>13</sup>

Con las manos en las caderas y balanceándose en la extremidad derecha, el sujeto posiciona la extremidad móvil anterior a la extremidad de la postura con la cadera en el rango final de la flexión femoral sobre la pelvis, abducción y rotación interna. El sujeto extiende, aduce y gira externamente la cadera de la extremidad móvil cruzando la línea media del cuerpo en una trayectoria diagonal espiral contra la resistencia proporcionada por la goma elástica hasta que el talón haga contacto con el piso.



Ilustración XXXI. D2E (I)

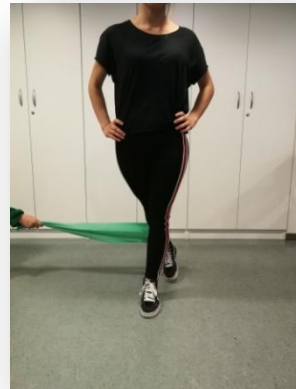


Ilustración XXX. D2E (II)

22. Clamshell (30, 45, 60°)<sup>22</sup>

Decúbito lateral con las piernas juntas, las caderas y las rodillas flexionadas y el brazo soportando el peso de la cabeza. Antes de cada prueba, el investigador ajustó el ángulo de flexión de la cadera del participante a 30 °, 45 ° o 60 ° usando un goniómetro estándar. Luego se instruyó a mantener juntos los bordes mediales de sus pies mientras rotan externamente la cadera supralateral tanto como pueda y, finalmente, devolver la pierna derecha a la posición inicial. Los participantes fueron instruidos para limitar cualquier "torsión" de la columna durante el ejercicio contrayéndose la musculatura del tronco durante el ejercicio y entrenados para iniciar la rotación externa de la cadera desde los músculos de la cadera (es decir, GM) - no girando su pelvis hacia atrás.



Ilustración XXXIV. Clamshell 30°



Ilustración XXXIII. Clamshell 45°



Ilustración XXXII. Clamshell 60°

23. ABD cadera decúbito lateral en RE y N<sup>22</sup>

Decúbito lateral con miembro infralateral flexionado 60° cadera y miembro inferior supralateral en posición neutra o rotación externa de cadera y extensión de rodilla. El sujeto levanta su pierna hacia el techo (abducción de la cadera) tan alto como pueda. Se le indicó limitar cualquier "torsión" de la columna vertebral durante el ejercicio mediante la contracción de la musculatura de su tronco durante todo el ejercicio.



Ilustración XXXV. ABD cadera decúbito lateral en RE



Ilustración XXXVI. ABD cadera decúbito lateral en N

24. SFB-HHA<sup>23</sup>

Sujeto en apoyo monopodal. Se inclina el tronco hacia adelante aproximadamente 90° de flexión, con el dorso paralelo al. La pierna contralateral se levanta hacia atrás, colocándola paralela a la espalda. Los sujetos mantuvieron la contracción isométrica en posición final durante 5 segundos.



Ilustración XXXVII. SFB-HHA

25. Back pull<sup>25</sup>

Sujeto en bipedestación. La goma elástica está unida a la extremidad móvil en el tobillo. Con las manos en las caderas y el equilibrio en la extremidad de la postura derecha, el sujeto coloca la extremidad móvil anterior a la extremidad de la postura. A continuación, el sujeto extiende la cadera y la rodilla de la extremidad móvil, traccionando de la goma hacia atrás. El sujeto luego regresa lentamente la extremidad en movimiento a la posición inicial.

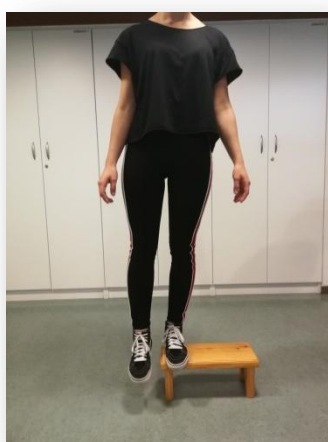


**Ilustración XXXVIII. Back pull**

## **ANEXO 4: 41-60% MVIC GM**

### 26. Pelvic drop N y RI<sup>21</sup>

El principio del ejercicio es aducir la cadera en una cadena cinética cerrada manteniendo las piernas desiguales. Luego, el sujeto realizó abducción de la cadera hasta el punto donde estaban los pies y no había inclinación del tronco como un movimiento compensatorio. La extremidad dominante se colocó en neutral en una escalera, y la extremidad contralateral se colocó en rotación neutra de cadera y en rotación interna de cadera de 15°.



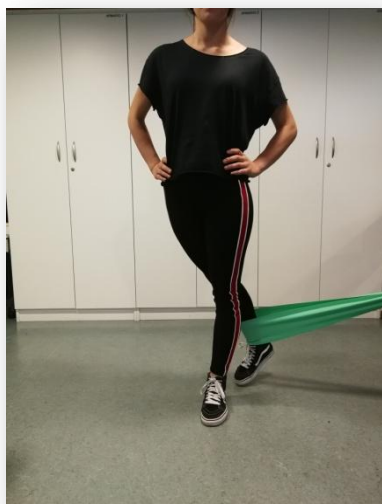
**Ilustración XL. Pelvic drop N**



**Ilustración XXXIX. Pelvic drop RI**

### 27. D2F<sup>13</sup>

Con las manos en las caderas y equilibrándose en una de las extremidades inferiores, el sujeto coloca la extremidad en movimiento por detrás de la extremidad de la postura con los dedos tocando suavemente el suelo. La cadera derecha se encuentra en una posición de extensión femoral sobre pelvis, aducción y rotación externa. Luego, el sujeto flexiona, secciona y gira internamente la cadera de la extremidad en movimiento cruzando la línea media del cuerpo en una trayectoria espiral-diagonal contra la resistencia proporcionada por la goma elástica.



**Ilustración XLII. D2F (I)**



**Ilustración XLI. D2F (II)**

28. ABD cadera bipedestación distintos ángulos: 15 y 45°<sup>12</sup>

Sujeto en bipedestación con una silla enfrente. Se le permitió apoyarse para evitar la pérdida de equilibrio durante la prueba. Durante la abducción de la cadera, se le pidió que mantuviera el tronco en alineación vertical, para mantener la posición neutral de la rotación de la cadera y para mantener la extensión completa de la rodilla



**Ilustración XLIII. ABD cadera bipedestación**

29. ABD cadera decúbito lateral en RI<sup>22</sup>

Decúbito lateral con miembro infralateral flexionado 60° cadera y miembro inferior supralateral en posición de rotación interna de cadera y extensión de rodilla. El sujeto levanta su pierna hacia el techo (abducción de la cadera) tan alto como pueda. Se le indicó limitar cualquier "torsión" de la columna vertebral durante el ejercicio mediante la contracción de la musculatura de su tronco durante todo el ejercicio.



**Ilustración XLIV. ABD cadera decúbito lateral en RI**

30. ABD isométrica cadera decúbito lateral en RE<sup>19</sup>

El sujeto se coloca de lado con el tronco y la pelvis superiores alineados en línea recta sobre la mesa de tratamiento. La articulación de la cadera del lado inferior podría flexionarse a 45°, y la rodilla se flexiona a 90° para la estabilización. Se manda abducir la cadera al 50% de la ROM máxima con la cadera en rotación externa y extensión de la rodilla. Se mantuvo en la posición durante cinco segundos y luego volvió lentamente a la posición inicial posición.



**Ilustración XLV. ABD isométrica decúbito lateral en RE**

31. Puente monopodal (Variante 1) <sup>14</sup>

Los sujetos comenzaron con su rodilla dominante flexionada a 90 ° y pie plano. La rodilla contralateral se extendió y su cadera permaneció en neutral. Los brazos estaban cruzados sobre el pecho.



**Ilustración XLVI. Puente monopodal (Variante 1)**

32. Puente monopodal (Variante 2) <sup>14</sup>

Los sujetos comenzaron con su rodilla dominante flexionada a 135 ° y pie plano. La rodilla contralateral se extendió y su cadera permaneció en neutral. Los brazos estaban cruzados sobre el pecho.



**Ilustración XLVII. Puente monopodal (Variante 2)**

33. Puente monopodal (Variante 3) <sup>14</sup>

Los sujetos comenzaron con su rodilla dominante flexionada a 90 ° y pie plano. La rodilla contralateral se relajó en flexión con el fémur vertical. Los brazos estaban cruzados sobre el pecho.



**Ilustración XLVIII. Puente monopodal (Variante 3)**



34. Puente monopodal (Variante 4)<sup>14</sup>

Los sujetos comenzaron con su rodilla dominante flexionada a 90 ° y el tobillo en dorsiflexión completa. La rodilla contralateral se relajó en flexión con el fémur vertical. Los brazos estaban cruzados sobre el pecho.



**Ilustración XLIX. Puente monopodal (Variante 4)**

35. Puente monopodal (Variante 5)<sup>14</sup>

Los sujetos comenzaron con su rodilla dominante flexionada a 135 ° y el tobillo en dorsiflexión completa. La rodilla contralateral se relajó en flexión con el fémur vertical. Los brazos estaban cruzados sobre el pecho.



**Ilustración L. Puente monopodal (Variante 5)**

36. Sentadilla monopodal con pelota<sup>9</sup>

El sujeto realiza una sentadilla con una sola pierna, mientras que la pierna opuesta recibe apoyo de la pelota en una posición abducida y flexionada de la cadera. La posición de inicio del participante estaba en posición vertical con la pierna que no soportaba el peso apoyada contra la pared. Se dio la instrucción de realizar una sentadilla con una sola pierna tanto como sea posible con el talón restante en contacto con el piso durante más de 2 s. Se mantuvo una posición estática durante 5 s antes de regresar a la posición inicial durante los siguientes 2 s.



**Ilustración LI. Sentadilla monopodal con pelota**

37. Reverse crossover <sup>25</sup>

Sujeto en bipedestación. La goma elástica está unida a la extremidad dominante mediante una goma elástica en el tobillo. Posteriormente, cruza la pierna móvil por delante de la pierna de apoyo (hacia flexión y aducción) y regresa lentamente la extremidad en movimiento a la posición inicial.



**Ilustración LI. Reverse crossover**

## **ANEXO 5: >60% MVIC GM**

### 38. Forward step up y Lateral step up <sup>24</sup>

El sujeto levanta su peso corporal sobre el escabel hasta que la rodilla dominante alcanzaba la extensión completa y luego baja de nuevo a la posición inicial. Durante todo el ejercicio, la pierna no dominante no hizo contacto con el paso.



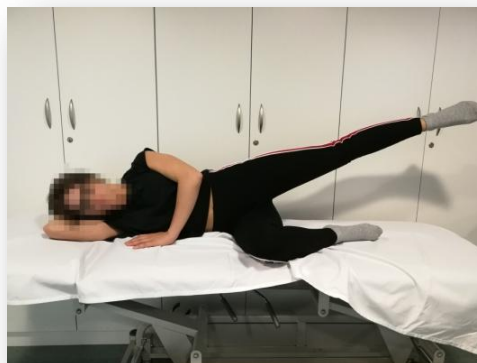
**Ilustración LIV. Forward step up**



**Ilustración LIII. Lateral step up**

### 39. 10 RM ABD cadera en decúbito lateral <sup>24</sup>

Se les pidió a los sujetos que elevaran la extremidad examinada a través del plano frontal y luego que volvieran a la posición neutral. La carga externa se aplicó al nivel de los maléolos. Los sujetos fueron instruidos para permanecer en el plano frontal y evitar la rotación externa de la cadera.



**Ilustración LV. 10RM ABD cadera en decúbito lateral**

40. 10 RM extensión cadera en prono<sup>24</sup>

Los sujetos fueron colocados en la posición prona. Luego se les pidió a los sujetos que levantaran la extremidad afectada hasta que alcanzaran la extensión completa de la cadera sin inclinación pélvica, y luego volvieran a la posición neutral. La rodilla se flexionó a 90 grados con la carga externa unida al fémur distal.



**Ilustración LVI. 10RM extensión cadera en prono**

41. ABD isométrica cadera decúbito lateral en RI<sup>19</sup>

El sujeto se coloca de lado con el tronco y la pelvis superiores alineados en línea recta sobre la mesa de tratamiento. La articulación de la cadera del lado inferior podría flexionarse a 45°, y la rodilla se flexiona a 90° para la estabilización. Se manda abducir la cadera al 50% de la ROM máxima con rotación interna de la cadera y extensión de la rodilla. Se mantuvo en la posición durante cinco segundos y luego volvió lentamente a la posición inicial posición.



**Ilustración LVII. ABD isométrica cadera decúbito lateral en RI**

42. ABD cadera bipedestación distintos ángulos: 30°<sup>12</sup>

Sujeto en bipedestación con una silla enfrente. Se le permitió apoyarse para evitar la pérdida de equilibrio durante la prueba. Durante la abducción de la cadera, se le pidió que mantuviera el tronco en alineación vertical, para mantener la posición neutral de la rotación de la cadera y para mantener la extensión completa de la rodilla.



**Ilustración LVIII. ABD cadera bipedestación 30°**