



# VNiVERSiDAD D SALAMANCA

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Grado en Fisioterapia**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**TRABAJO DE CARÁCTER PROFESIONAL**

**TENSOR VASTUS INTERMEDIUS: ANATOMICAL  
STUDY AND BIOMECHANICAL IMPACT ON THE  
KNEE EXTENSOR SYSTEM**

**TENSOR DEL VASTO INTERMEDIO: ESTUDIO ANATÓMICO Y  
REPERCUSIÓN BIOMECÁNICA SOBRE EL APARATO  
EXTENSOR DE LA RODILLA**

Alumno: **MIGUEL DELGADO GONZÁLEZ**

Tutor: **MIGUEL ROBLES GARCÍA**

Salamanca, a fecha 1 de junio de 2020

# ÍNDICE

1. RESUMEN.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
4. DESARROLLO DEL TEMA.....	3
a. RECUERDO ANATÓMICO.....	3
I. Aparato Extensor de la Rodilla.....	3
II. Biomecánica de la Articulación Femoropatelar.....	9
b. DISECCIÓN.....	14
c. PATOLOGÍA.....	16
d. PLAN DE TRATAMIENTO.....	18
5. CONCLUSIONES.....	22
6. BIBLIOGRAFÍA.....	23

## 1. RESUMEN

En el presente estudio se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica y la confirmación de esta mediante un estudio cadavérico acerca de la existencia de un quinto componente en el músculo cuádriceps femoral, retomada por Grob et al.<sup>1</sup> en 2016 tras su primera aparición como variación anatómica descrita por Testut en 1884.

Tras realizar el estudio y análisis de los datos obtenidos en la disección, se compararon con los hallazgos descritos por Grob et al, pudiéndose identificar la estructura anatómica denominada Tensor del Vasto Intermedio como nuevo vientre del cuádriceps femoral. Se tratará de abordar las interacciones entre todos los elementos que componen el aparato extensor de la rodilla y su repercusión biomecánica, evaluar posibles repercusiones sobre la patología de aparato extensor y proponer hipótesis de estudio de futuras investigaciones. Dada la escasa literatura científica que, por el momento, avala la existencia del Tensor del Vasto Intermedio, proponemos un protocolo de tratamiento de fisioterapia para el abordaje del dolor femoropatelar en el que se tenga en cuenta las repercusiones que esta estructura anatómica pudiese tener.

## 2. INTRODUCCIÓN

El músculo cuádriceps femoral constituye uno de los grupos musculares de mayor tamaño del organismo. Es por ello que, a lo largo de la historia, ha sido motivo de estudio su anatomía, biomecánica y patogenia.

Por definición, el cuádriceps femoral está formado por cuatro cabezas musculares que, partiendo de un origen diferente, terminan por confluir en un único tendón común, el tendón cuadrícipital, que inserta en el polo superior de la rótula, prolongándose hasta la tuberosidad anterior de la tibia en forma de tendón rotuliano. Estos cuatro vientres musculares descritos por la anatomía actual son el Recto Femoral, Vasto Interno, Vasto Lateral y Vasto Intermedio.

En 2016 K. Grob a raíz de un estudio cadavérico, identifica un quinto elemento en el cuádriceps, un nuevo vientre denominado Tensor del Vasto Intermedio, que otorgaría a este importante músculo una nueva distribución de su masa.<sup>1</sup> Esta variación anatómica fue observada y descrita con anterioridad por Testut, en su libro *“Les anomalies musculaires chez l’homme expliquées par l’anatomie comparée et leur*

*importance en anthropologie*” publicado en 1884, como “variación anatómica localizada en el Vasto Lateral, diferenciando dos elementos con diferente origen y separados por tejido graso y aponeurótico”.<sup>2</sup> Por otra parte, en 1989 surge el término de “quínticeps o pénticeps femoris” en estudios sobre variaciones morfológicas dirigidos por Willan.<sup>3</sup>

### **3. OBJETIVOS**

El objetivo del presente estudio es la modificación del protocolo de tratamiento fisioterápico del aparato extensor de la rodilla en base a los cambios anatómicos y biomecánicos que supone el descubrimiento del TVI, nueva visión anatómica del músculo cuádriceps introducida por Grob et al. <sup>1</sup>

### **4. DESARROLLO DEL TEMA**

#### **A. RECUERDO ANATÓMICO**

##### **I. Aparato Extensor de la Rodilla:**

El movimiento de extensión de la rodilla es posible gracias a la actuación del músculo cuádriceps, compuesto por diferentes vientres musculares que convergen en un tendón común que llega a insertar en la rótula, tendón cuadrícipital, y que se prolonga hasta llegar a la tuberosidad anterior de la tibia constituyendo el tendón rotuliano. Los vientres musculares que componen el cuádriceps son los siguientes:<sup>4</sup>

- Recto Femoral (RF): siendo el más superficial tiene su origen en la espina ilíaca anterior inferior y algunas expansiones desde el techo del acetábulo discurre por la parte anterior del muslo hasta llegar a la tuberosidad anterior de la tibia. Por tanto, al ser el único músculo biarticular del aparato extensor de la rodilla, sus acciones serán tanto la flexión de la articulación de la cadera, como la extensión de la rodilla.
- Vasto Lateral (VL): parte desde el labio lateral de la línea áspera y la cara lateral del trocánter mayor para llegar a insertar en el cóndilo lateral del fémur y en la región superior y lateral de la rótula. Al igual que el resto de los vientres, su acción básica es la de producir extensión de la rodilla.
- Vasto Medial o Interno (VM): tiene origen entre el labio medial de la línea áspera y la parte más distal de la línea intertrocantérea, e inserción en el cóndilo

femoral medial y en la porción superior y medial de la rótula. La particularidad de este vientre reside en que su área de sección transversal de mayor tamaño, y, por tanto, gran parte de su masa muscular, la encontramos en el tercio distal. Esta particularidad unida a la distribución de sus fibras y la serie de investigaciones acerca del Vasto Medial Oblicuo (VMO), conjunto de fibras del VM que podrían subdividirse y actuar de forma individual<sup>5</sup>, podrían contribuir a pensar que el VM, además de producir la extensión de la rodilla, sería el encargado de medializar la rótula de forma activa para favorecer su estabilidad.

- Vasto Intermedio o Crural (VI): es el más profundo de los vientres. Su origen es muy amplio situado en la cara anterior del fémur, en el surco femoral, hasta llegar a unirse con los demás vientres y formar el tendón cuadricepsital. Su acción por lo tanto será participar en la extensión de la rodilla. No obstante, en el tercio distal del muslo, en la capa más profunda del VI podemos observar una serie de expansiones que formarán el músculo Articular de la Rodilla, que no son más que fibras distales del VI y que llegarán hasta el receso suprarrotuliano de la cápsula articular de la rodilla. La función de estas expansiones es la de pretensar el receso de la cápsula al realizar la extensión de rodilla y de este modo evitar el atrapamiento de la cápsula.

Clásicamente, estas 4 cabezas forman el aparato extensor de la rodilla; sin embargo, los últimos estudios anatómicos apuntan a una nueva estructura en la cual aparece un quinto componente, el Tensor del Vasto Intermedio.

- Tensor del Vasto Intermedio (TVI): este elemento tendría su origen en la región intertrocantérea de la cara anterior del fémur. Discurrirá de forma lateral respecto a la línea media del muslo, entre los vientres del VI y el VL, hasta llegar al tercio distal, momento en el cual observamos como se torna hacia medial para llegar a hacer su inserción en la rótula dentro de la compleja estructura que compone el tendón cuadricepsital. De modo que, finalmente, y al contrario de la mayor parte de su recorrido, su inserción se produce de forma medial a la línea media del muslo.<sup>6</sup>

Para poder realizar una descripción anatómica dividiremos el muslo en tres. El tercio proximal correspondería a la masa muscular propiamente dicha; esta masa se prolonga con una larga aponeurosis que funciona como tendón y que

ocupará los dos tercios más distales. Cabe destacar una vez más el cambio de dirección y la oblicuidad de este tendón en el tercio más distal. Por tanto, tras analizar su estructura y cómo a partir de un pequeño vientre situado más proximal tenemos un largo tendón podríamos realizar una comparación con el Tensor de la Fascia Lata (TFL), con el que, a pesar de tener diferencias, presenta cierta similitud.<sup>7</sup> Para terminar de identificar y localizar el TVI, tenemos que indicar que lo encontraremos superficial con respecto al VI y profundo respecto al VL. [Figura 1]

El estudio anatómico del TVI nos ha llevado a observar una gran variabilidad en cuanto a su origen, localizado siempre en la región intertrocanterea entre los orígenes del VI y del VL.<sup>8</sup> En un número importante de casos existe una relación muy íntima entre el VI y el VL en su porción más proximal: en unas ocasiones se aprecia una clara separación de ambos, pero en otras ocasiones es imposible distinguir un origen de otro. En este último caso, el origen de los tres vientres musculares será una fusión de ellos.<sup>9, 10</sup> La gran variabilidad interindividual llevó a K. Grob a establecer una clasificación de los diferentes tipos de TVI en función de su origen en relación con el VI y el VL.<sup>1</sup>

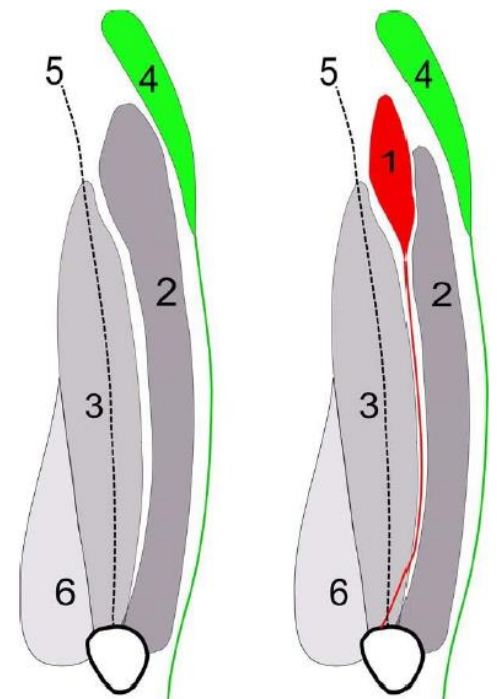


Figura 1. Inclusión del TVI en la estructura tradicional del músculo cuádriceps.  
 Vientres musculares: 1. TVI / 2. VL / 3. VI / 4. TFL / 5. RF / 6. VM  
 Grob et al -  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26732825/>

### CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA DEL TVI.<sup>1</sup> [Figura 2]

1. Tipo Independiente: de los siguientes tipos es la presentación más habitual, aunque existe gran variabilidad interindividual. Este grupo consiste en un origen o inserción proximal en la cual se puede apreciar una división clara entre el TVI, el VI y el VL. Se distingue a la perfección la aponeurosis y cabeza muscular del TVI.
2. Tipo – VI: en este segundo caso, el TVI lo encontraremos asociado al VI, de modo que la aponeurosis del TVI será imposible separar de la del VI.

3. Tipo – VL: al igual que el caso interior, el TVI lo encontraremos unido y por tanto será difícil su separación y aislamiento del resto de vientres, pero en este caso con el VL.
4. Tipo – Común: en esta última situación el individuo tendrá una estructura mixta entre los dos anteriores, ya que presentará una masa común difícilmente separable. Encontraremos el VI, TVI y VL unidos en su origen en la región intertrocantérea y trocánter mayor, y a lo largo de sus aponeurosis.

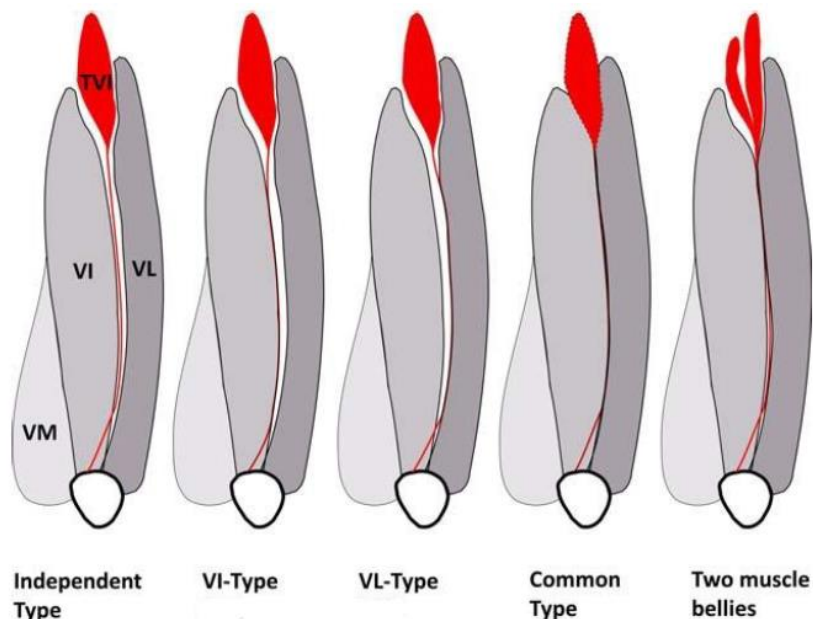


Figura 2. Clasificación tipológica del TVI. Grob et al - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26732825/>

No obstante, no solo se pone en tela de juicio la variabilidad interindividual de su origen, sino que hay autores que defienden la idea de las diferentes estructuras anatómicas del cuádriceps en su conjunto. Estos diversos conceptos oscilan desde la presente, en la que encontramos un “Pénticeps” o “Quínticeps” Femoral, hasta la apariencia de un “Tríceps Femoral”. Este tríceps femoral sería consecuencia de la ausencia de TVI y de una supuesta unión entre algunos de los vientres conocidos del cuádriceps. Entre las descripciones, podemos encontrar la unión entre VI y VM, o más común la unión entre VI y VL.<sup>8,9,11,12</sup> En cuanto a la proporción de aparición del TVI, a falta de más investigación, la literatura refleja las siguientes referencias: 25% (n=35) según M. Kandeil<sup>12</sup>, 35% (n=20) según B. Bonnechère<sup>11</sup>, 43.9% (n=41) según JP Femina<sup>8</sup>, 72.8% (n=70) según C. T. Collins<sup>13</sup>, 100% (n=11) según L. Muntaner Gimbernat<sup>14</sup>, 100% (n=26) según K. Grob<sup>1</sup>, 100% (n=36) como Raveendranath<sup>21</sup> u otros autores, que aseguran haber observado el TVI en 40 muslos, como S. Rajasekaran<sup>6</sup>.

Sin embargo, como punto a favor para los estudios que defienden la existencia de dicho vientre, existe consenso entre todos los autores en que siempre que aparece un TVI en un individuo este cumple todos los criterios de inclusión para poder ser declarado un músculo independiente e individual en sí mismo. Entre estos criterios a cumplir destacan la inervación y la irrigación de forma independiente del resto de vientres del músculo cuádriceps.<sup>14</sup>

La inervación del TVI corresponde a una división posterior del nervio femoral, formado a partir de las ramas nerviosas procedentes de L2 a L4. En este caso, llegarán diferentes ramificaciones del nervio que estimularán la contracción del TVI, siendo estas ramificaciones diferenciadas de las que desembocan en el VL y en el VI.<sup>7, 8, 10, 11, 12, 13, 14</sup> Este dato cobra importancia al compararlo, por ejemplo, con la división del VM en Vasto Medial Oblicuo y Vasto Medial Largo. Los cuales no tienen inervación diferenciada y por tanto no cumplirían este criterio que, según la literatura, el TVI sí.<sup>1</sup>

La irrigación, al igual que la inervación, se encuentra separada de la del resto de vientres musculares del muslo. La arteria encargada de nutrir tanto VI como TVI es una rama transversa de la Arteria Circunfleja Femoral Lateral (ACFL), rama de la Arteria Femoral Profunda, la cual a su vez es rama de la Arteria Femoral, localizada a la altura del tercio proximal del fémur. A pesar de que la ACFL se encarga de nutrir a ambos vientres, se aprecian ramas individuales para cada uno.<sup>1, 3, 8, 10, 13, 15, 16</sup>

Como curiosidad, Willan, en 2002, trata de explicar que el ritmo evolutivo lleva al organismo a una mayor complejidad para así poder realizar cada función de forma específica y analítica. Siguiendo esta teoría podemos deducir que el músculo cuádriceps femoral, partiendo de ser una masa muscular, se habría continuado con la estructura de “Triceps Femoral” descrita anteriormente, pasando por la conocida estructura de Cuádriceps Femoral y llegando hasta el actual concepto: “Pénticeps o Quínticeps Femoral”.<sup>16</sup>

#### COMPOSICIÓN Y FORMACIÓN DEL TENDÓN CUADRICIPITAL. [Figura 3]

En cortes analizados en Resonancia Magnética Nuclear se ha descrito la estructura de los vientres del cuádriceps femoral en capas concéntricas, como si fueran las “capas de una cebolla”. Esta apariencia destaca en la región más dorsal y lateral que ocupan el VI, VL y TVI, incluso participando en esta estructura el TFL.<sup>7</sup> Esta



disposición se continúa hasta la unión miotendinosa y la conformación del tendón cuadriceps, de modo que este tendón tendrá una arquitectura determinada en función de la distribución y la profundidad a la que llega cada vientre muscular. Estará formado por tres capas diferenciadas, en las cuales encontramos hasta 6 componentes.<sup>17</sup>

1. Capa Superficial: está formada únicamente por la porción aponeurótica del RF.
2. Capa Intermedia: para poder comprender las siguientes capas, en primer lugar, debemos conocer la división del VI en su región más distal. A la hora de formar el tendón cuadriceps podemos dividir el VI en un tendón más lateral y otro medial, teniendo este último 2 capas, al igual que ocurría en los vientres, como si fueran capas de una cebolla. La Capa Intermedia del tendón será la más compleja, ya que está dividida en dos: en la división lateral estará el VL de forma más superficial y el TVI de forma más profunda; por su parte, en la división medial, estarán la capa superficial y profunda de la subdivisión más medial del VI.
3. Capa Profunda: por último, esta capa estará compuesta por la subdivisión más lateral del VI.

Aunque en ocasiones no consigamos diferenciar con claridad cada una de las capas y las estructuras en los individuos, las principales variaciones, a pesar de ser ligeras e insignificantes, las encontramos sobre todo en la división lateral de la capa media.

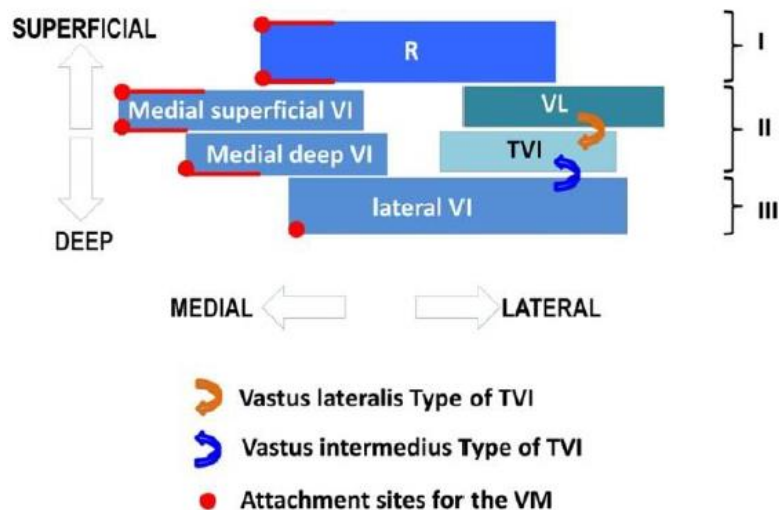


Figura 3. Esquema de la estructura del tendón rotuliano.  
Grob et al - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27813020/>

## **II. Biomecánica de la Articulación Femoropatelar:**

En la articulación de la rodilla hay un hueso sesamoideo de gran importancia a nivel anatómico, funcional y biomecánico. Este hueso, la rótula o patela, dará origen a una nueva articulación dentro del complejo articular de la rodilla, compuesto por la articulación femorotibial y la articulación femoropatelar. En el presente estudio, debido a la mayor implicación e importancia biomecánica, abordaremos únicamente la articulación femoropatelar, formada por la rótula y el fémur.

La presencia de la rótula aporta gran beneficio biomecánico. Son numerosas sus funciones, entre las que encontramos las siguientes: como primera y principal función, produce un aumento en la distancia entre el aparato extensor de la rodilla y el eje de movimiento de la articulación femorotibial. Gracias a esta conseguimos un aumento casi del 50% de la fuerza generada por el aparato extensor en los movimientos de flexoextensión. Además, evita la fricción del tendón cuadricipital con el fémur y la tibia en la flexión. Por otra parte, la rótula funciona de guía para conseguir una polea que se mueva por la tróclea garantizando la línea de tracción en el eje correcto. Otras funciones que podemos atribuir, aunque de menor importancia biomecánica, son las de defensa frente a traumatismos directos y la función estética.<sup>18</sup>

### **CONGRUENCIA ARTICULAR. RELIEVES ÓSEOS.**

Para comenzar a describir la articulación femoropatelar, tendremos que fijarnos en las superficies óseas que participan en su formación. El fémur presenta una tróclea en el punto medio entre los dos cóndilos de la epífisis distal. Esta tróclea, la cual es ligeramente convexa, no se encuentra perpendicular al suelo, sino que es ligeramente oblicuo de arriba abajo y de fuera a dentro, formando así el valgo fisiológico patelar de alrededor de 170 grados.<sup>19</sup>

La rótula es un hueso sesamoideo de forma triangular con vértice inferior encargado de deslizar a través de la tróclea. En su cara articular, o posterior, tiene una cresta cráneo – caudal que la divide en dos carillas articulares, una lateral y otra medial. Esta cresta coincidirá con la tróclea, siendo las carillas cóncavas para complementar y conseguir una congruencia articular óptima. Existe una pequeña subdivisión en la carilla medial: una pequeña cresta oblicua forma la carilla principal y una pequeña

porción accesoria en el ángulo superointerno que deslizará en la flexión máxima sobre el cartílago articular del cóndilo medial.<sup>20</sup>

La articulación es de tipo troclear, es decir, cuando la rótula se encuentra dentro de esta solo se permiten movimientos de flexoextensión. No obstante, no en todos los grados de flexión la rótula se encuentra sumergida en la tróclea, siendo en estos grados en los cuales se producirán los ligeros movimientos de rotación que permite el complejo articular de la rodilla, en los cuales, mientras la tibia rota hacia un lado, el fémur rota hacia el lado contrario arrastrando a la rótula y haciendo que varíe su oblicuidad y la del tendón rotuliano. Además, tiene que permitir los movimientos de la rótula: cráneo – caudales, laterales o de báscula. Con respecto a la tibia, la rótula realiza un movimiento de traslación circunferencial cuya distancia del radio es la del tendón o ligamento rotuliano, la cual permanece idéntica.<sup>20</sup>

La articulación femoropatelar no presenta la misma área de contacto en los diferentes grados de flexión. A medida que vamos aumentando los grados de flexión, la rótula entra en la tróclea y el área de contacto pasa desde el polo inferior hasta la región más superior. Entre los 0 y 20 grados no existe ningún contacto, ya que aún no ha entrado en la tróclea. A partir de los 30 grados comienza a contactar el polo inferior con la región superior de la tróclea femoral. En torno a los 60 grados contactan las regiones medias de ambas superficies, y alrededor de los 90 grados es la parte superior de la rótula con la región inferior de la tróclea. A partir de los 120 grados la superficie se divide y únicamente contactan la región más lateral y medial, la carilla accesoria, con los cóndilos. Por último, al descender la rótula sobre la tróclea en la flexión, hay que destacar la formación de un segundo punto de apoyo entre los 90 y 120 grados, en los que el tendón cuadriceps apoya sobre el fémur permitiendo distribuir las fuerzas y consiguiendo descargar la articulación femoropatelar.<sup>18</sup>

#### ESTABILIDAD PASIVA DE LA ARTICULACIÓN FEMOROPATELAR.<sup>19</sup>

Para permitir todos los movimientos, la rótula debe disponer de cierta libertad y, en consecuencia, correr ciertos riesgos exponiéndose a desviaciones o luxaciones, principalmente hacia lateral por su disposición y el valgo fisiológico, que tratará de compensarse con un aumento de la estabilidad, principalmente en el plano transversal.

A nivel pasivo, la estabilidad se consigue por medio de los bordes óseos y el sistema ligamentoso.

- Nivel óseo: debido a que la luxación se produce hacia lateral, el mayor tamaño del cóndilo femoral externo establece un mayor margen lateral. La cresta vertical de la rótula o una tuberosidad tibial, que funciona de inserción del tendón rotuliano, con tendencia a ser más medial.
- Nivel Ligamentoso: para conseguir la estabilidad en el plano transversal tenemos dos complejos ligamentosos:
  - Retináculos laterales o Alerones Rotulianos: unen los bordes de la rótula con los cóndilos femorales. Se ha de destacar la mayor importancia y estabilidad del retináculo medial, para impedir la desviación lateral.
  - Ligamentos Menisco – rotulianos: establecen unión entre los meniscos y la rótula, tratando de controlar sus movimientos.

#### ESTABILIDAD ACTIVA DE LA ARTICULACIÓN FEMOROPATELAR.

De esta parte se encargarán los diferentes músculos y sus respectivos tendones que llegan a insertar en la región periarticular de la rodilla. En la porción anterior de la rodilla, para estabilizar la articulación femoropatelar, encontramos dos centros o puntos fibrosos formados por la unión de tejido procedente de diferentes estructuras y componiendo estructuras firmes que conceden estabilidad.<sup>19,20</sup>

- Centro Fibroso Antero-Externo (PAAE): situado lateral a la rótula ayudará al alerón rotuliano externo compartiendo función. Está formado por expansiones tendinosas de los Vastos del cuádriceps y por una expansión anterior de la cintilla de Maissiat, controlada por el TFL.
- Centro Fibroso Antero-Interno (PAAI): se sitúa de forma medial a la rótula y será agonista del alerón rotuliano interno. Está formado por expansiones de los Vastos del cuádriceps y por el músculo Sartorio.

Las expansiones tendinosas de los Vastos del cuádriceps mencionadas anteriormente son las encargadas de formar una compleja estructura fibrosa que conforma la “Rodillera Anterior”, junto con las expansiones del TFL, el Sartorio e incluso las fibras más mediales del Bíceps Femoral. Estas expansiones del VL y el VM

las podemos diferenciar en directas, si descienden de forma vertical manteniéndose paralelos al eje del tendón rotuliano, y cruzadas o indirectas, que cruzan de forma oblicua desde medial a lateral, y viceversa, cruzándose ambos conjuntos en el centro de la rótula para reforzarla. Por último, encontramos un conjunto de fibras arciformes que unen el pilar medial, desde el sartorio, y lateral, hasta la cintilla de Maissiat. Así se forma una estructura en abanico que concede estabilidad desde todos los ángulos.<sup>19</sup>

Dentro de la estabilidad activa podemos incluir un movimiento automático desencadenado durante la flexión de la rodilla de rotación medial. Esta rotación es producida por la tensión y actuación de los músculos que forman la Pata de Ganso, semitendinoso, gracilis y sartorio, y el semimembranoso. Gracias a este movimiento se produce una reducción del ángulo Q y, por tanto, una mayor estabilidad de la rótula.<sup>19</sup>

Otro aspecto importante es el papel que desempeña el VM, más en concreto el VMO, como músculo medializador de la rótula. Como podemos comprobar en la literatura, esta función del VMO está siendo objeto de estudio, ya que potenciando el VM podemos asegurar una mayor estabilidad de la rótula. El VMO tiene su inserción a lo largo del borde medial de la rótula, ocupando en mayor medida esta región de la rótula que el VL en su correspondiente lugar. Gracias a esta diferencia, junto con la disposición de las fibras, casi en el plano transversal, es posible realizar la función de arrastre medial de la rótula, evitando la tendencia de desplazamiento lateral.<sup>19</sup>

Las características anatómicas del TVI le podrían dotar de una importante función estabilizadora. No obstante, aún es necesario el estudio biomecánico en mayor profundidad, ya que son hallazgos recientes con una demostración insuficiente, por el momento, a nivel científico. Al discurrir por la parte lateral y cruzar oblicuo en el tercio más distal para insertar en el aspecto medial del borde superior de la rótula, podría producir una tracción de la rótula encargada de alinearla y medializarla en una contracción del cuádriceps, además de participar en cierto modo en la extensión.<sup>21</sup>

La tracción encargada de medializar llevada a cabo, supuesta y teóricamente, por el VMO y el TVI tiene gran importancia debido al movimiento realizado por la rótula al comenzar la flexión en forma de “J inversa”. Este movimiento es casi imperceptible siempre y cuando la biomecánica sea adecuada, apreciándose en mayor medida cuando hay una deficiencia muscular, sobre todo del VM. Se produce porque,

en los primeros grados de flexión, la rótula se sitúa craneal y lateral. Posteriormente entrará en la tróclea, realizando un movimiento de descenso y medialización, esta última realizada por VMO y TVI.<sup>19, 21</sup>

#### BIOMECÁNICA DEL MÚSCULO CUÁDRICEPS FEMORAL.

Desde un punto de vista funcional, podemos clasificar los vientres vistos anteriormente en fásicos, músculos encargados de movimientos rápidos, como el RF, y en músculos tónicos, encargados de mantener la postura, como el VM o el VI. Además, podemos distinguir algunas variedades en el desarrollo de fuerza en mayor o menor medida para conseguir realizar la extensión de rodilla. De esta forma, mientras el RF, al ser biarticular, conseguirá desarrollar más fuerza en extensión de cadera, ya que así el músculo se encontrará en una longitud óptima y no acortado, como ocurriría en la flexión de cadera. El VI y el VL desempeñarán mejor su función en flexión de cadera debido a la disposición de los brazos de palanca. Un caso especial sería el del VM, que realizará un bloqueo activo en la extensión, con 0 grados de movimiento.<sup>19</sup>

Debido a que cada vientre tiene un origen diferente y forman un abanico entorno al eje del fémur, llegarán a insertar con diferentes ángulos. La oblicuidad con respecto al eje femoral por tanto será de 0° para el VI, 12 – 15° para el VL, 8 – 10° para el RF, 15 – 18° el VML y destacar los 50 – 55° del VMO.<sup>19</sup> Sin embargo, la fuerza resultante de la descomposición de todos ellos seguirá el eje femoral, siempre y cuando no haya desequilibrios que darán lugar a patología.<sup>20</sup> Por tanto, quedaría aún en tela de juicio la investigación de dónde y con qué grado de oblicuidad intervendría la fuerza y tensión desarrollada por el TVI.

Si bien queremos realizar un análisis de la interacción entre vientres musculares del cuádriceps, este tendrá un complejo sistema de relaciones. Una de las más importantes podría ser la influencia del VM sobre el VI y las repercusiones que esta tiene en el aparato extensor. La inserción del VM no se limita a la rótula, ya que está presente a lo largo de gran parte de la aponeurosis de la región más medial del VI. Esta inserción tiene forma de clip, abrazando el vientre por su cara anterior, lateral y posterior. En consecuencia, al contraerse el VM medializa, no solo la rótula, sino todo el vientre del VI al traccionar de su aponeurosis. De esta forma el VM alinea al VI colocándolo en la posición óptima para tener el mejor brazo de palanca y desarrollar la fuerza más eficiente.<sup>22</sup> [Figura 4]

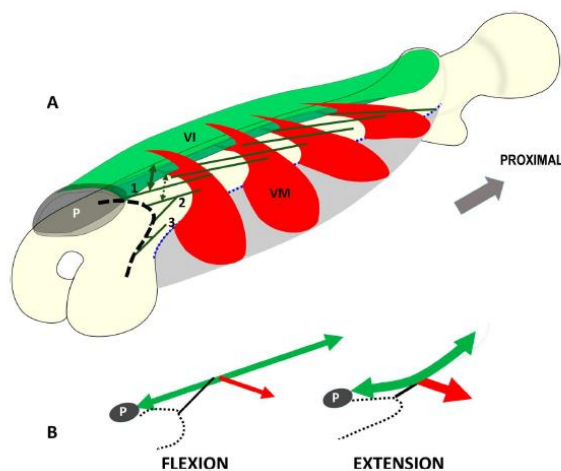


Figura 4. Interacción biomecánica entre VM y VI.  
Grob et al -  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28124107/>

En la biomecánica del complejo articular de la rodilla no nos podemos olvidar del músculo articular de la rodilla. Este será el encargado de traccionar del receso suprarrotuliano de la cápsula articular en el movimiento de extensión. Actuará de forma conjunta con el resto de los vientres, ya que cuando será necesaria esta tracción es durante la extensión para que no quede atrapada. Durante la flexión será necesario que ceda y se relaje para que la cápsula articular se adapte al movimiento.<sup>23</sup>

Para concluir el abordaje biomecánico, y reincidiendo en la función del TVI, se hipotetiza la idea de que este vientre, gracias a sus características y su capacidad para medializar la rótula, se encargaría de producir una reducción del ángulo Q y formaría parte del conjunto de estabilizadores activos de la rodilla.

## **B. DISECCIÓN**

Para la realización del protocolo de disección se ha tenido en cuenta la disposición y estructura del muslo planteada por Grob et al. en sus estudios, prestando especial cuidado en la separación de los diferentes vientres musculares del aparato extensor de la rodilla, en las diferentes fascias que separan las estructuras y en los paquetes vasculonerviosos que irrigan e inervan cada uno de los componentes. En primer lugar, agradecer al Departamento de Anatomía e Histología Humanas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Salamanca su colaboración y apoyo en este estudio gracias a la aportación de dos cadáveres.

Se ha realizado el estudio de dos cadáveres, un varón y una mujer, conservados gracias a un proceso de embalsamamiento en una solución de formol. En ambos casos se ha llevado a cabo un proceso por el cual se ha retirado la piel y fascia subyacente. Posteriormente se han identificado los primeros vientres musculares, visualmente más

superficiales, y se han resecado los músculos Sartorio y Recto Femoral. Tras localizar los principales vientres musculares (Tensor de la Fascia Lata, Vasto Lateral, Vasto Intermedio y Vasto Medial) y los principales vasos sanguíneos y paquetes nerviosos (arteria, vena y nervio femoral), se ha separado e individualizado las fibras de cada uno de los vientres por individual, teniendo en cuenta tanto la disposición de las fibras musculares como las fascias que envuelven cada uno de estos y los paquetes vasculonerviosos que llegan a cada uno de los componentes.

Los resultados obtenidos en todas las disecciones (n=4) fueron la aparición de un conjunto de fibras musculares con inervación independiente y formando una estructura individual en sí misma. Esta nueva cabeza muscular coincide en localización y estructura con los estudios previos. De modo que podemos afirmar la nueva visión anatómica que incorpora al Tensor del Vasto Intermedio como otro vientre más del cuádriceps o péntaceps femoral. Su inserción fue localizada en la cara anterior del fémur, en el área intertrocantérea, entre la inserción del Vasto Intermedio y el Vasto Lateral. Esta inserción se continúa con un pequeño vientre muscular situado en el tercio superior del fémur, a una profundidad similar al Vasto Intermedio, y el cual se prolonga formando una larga porción tendinosa que discurre de forma lateral al Vasto Intermedio y medial al Vasto Lateral hasta llegar al tercio distal del muslo, en el cual se torna hacia medial para llegar a insertar en la faceta superomedial de la rótula junto con el resto de las fibras que constituyen el tendón cuadricepsital. Sin duda, esta estructura en la que un vientre muscular situado en la parte superior se continua con un largo tendón recuerda a la estructura anatómica del Tensor de la Fascia Lata.

Cabe destacar las variaciones encontradas entre los dos cadáveres. En el primero de los sujetos de estudio se identificó un TVI de tipo Independiente dentro de la clasificación de Grob et al<sup>1</sup>. En este sujeto las fibras musculares se presentaban independientes de las del VI y el VL. Además, el tendón del TVI se encontraba independiente del resto de fibras tendinosas y aponeuróticas. Por su parte, el segundo sujeto mostraba un TVI de tipo – VL, es decir, sus fibras se diferenciaban del VI, pero esta división no era clara con respecto al Vasto Lateral. A la hora de observar y estudiar el tendón del TVI, el segundo sujeto poseía una gran aponeurosis en la cual no se podían separar claramente las fibras tendinosas. Esta aponeurosis tapizaba el VI en su cara lateral, llegando hasta la parte posterior del muslo separando las fibras del VI y el VL. [Figura 5, Figura 6, Tabla 1]





Figura 5. Disección realizada para el estudio. Cadáver 1: TVI independiente.



Figura 6. Disección realizada para el estudio. Cadáver 2: TVI tipo-VL.

<u>COLOR</u>	<u>MÚSCULO</u>
AZUL	TVI
AMARILLO	VL
DORADO	VI
NEGRO	VM
BLANCO	APONEUROSIS
PERLADO	TVI
VERDE	RF
ROJO	TFL
BLANCO	SARTORIO

Tabla 1. Correlación entre los colores y músculos señalados en la disección.

### C. PATOLOGÍA

Las variaciones anatómicas y biomecánicas en el aparato extensor pueden provocar la aparición de diferentes patologías. Sobre el objeto de estudio del presente trabajo, el TVI, se han descrito casos como los siguientes ejemplos.

La literatura expone dos casos en niños, 3 y 9 años, en los que aparecía una clínica de restricción progresiva de la flexión de rodilla. En el caso de 9 años disminuyó hasta los 60 grados tras tres años de evolución, y en el caso de 3 años hasta los 30 grados en pocos meses. En ambos casos, tras realizar la exploración pertinente sin hallazgos significativos, se realizaron pruebas de imagen mediante ultrasonidos y resonancia magnética en las que se pudo observar una banda de tejido fibroso localizada en ambos casos en el recorrido del TVI. Tras realizar una intervención quirúrgica en la cual se realizó la resección del TVI se recuperó la movilidad al completo.<sup>24, 25</sup>

En otro caso clínico reportado, mujer de 62 años que, tras caída, refería disminución del equilibrio, así como dolor a la movilización activa y pasiva, fue diagnosticado como rotura del tendón del TVI al objetivar mediante Resonancia Magnética Nuclear una discontinuidad entre el VI y el VL, asociado a edema y hematoma. La recuperación fue total tras 4 meses de tratamiento con ejercicios activos y estiramientos.<sup>26</sup>

En la actualidad, la literatura nos indica que el VMO es responsable de gran parte de los casos de dolor femoropatelar y de déficits en la medialización rotuliana. Sin embargo, se plantea la posibilidad de atribuir parte de esa responsabilidad al TVI ya que, si bien es cierto la falta de estudios que corroboren la función estabilizadora, los estudios actuales apuntan en esa línea.

En cuanto a la citada importancia biomecánica del músculo Articular de la Rodilla, se ha encontrado una asociación que demuestra esta implicación. Estudios en busca de asociaciones entre estas expansiones del VI y patologías comunes llevaron al descubrimiento de una asociación directa entre disfunciones musculares y osteoartritis. De modo que la atrofia o disfunción del músculo articular de la rodilla estaría relacionado con la presencia de osteoartritis, además de asociarse a limitaciones en el rango de movimiento y dolor de rodilla de características femoropatelares. Esto es debido a falta de coordinación entre el vientre muscular y la bursa suprapatelar, que llevará a una limitación del movimiento y un aumento del dolor.<sup>27</sup>

Dada la elevada incidencia de dolor femoropatelar en la población es necesario analizar la posible implicación del TVI y el músculo articular de la rodilla, planteando

un protocolo de tratamiento de fisioterapia que tenga en cuenta la participación de ambas estructuras.

#### **D. PLAN DE TRATAMIENTO**

A continuación, se procederá a desarrollar un protocolo para el tratamiento de dolor femoropatelar. En primer lugar, la literatura coincide en que el abordaje mediante una única técnica o enfocado a un único objetivo o estructura anatómica no son efectivos. Por lo tanto, se deben analizar e incluir en el tratamiento todos los componentes que de un modo u otro estén involucrados en la biomecánica articular de la rodilla. Con respecto a las técnicas más idóneas, el mejor tratamiento es aquel capaz de adaptar una dosis adecuada a cada caso de ejercicio terapéutico en combinación con terapia manual.<sup>28, 29, 30</sup>

La primera medida terapéutica será la educación del paciente explicando la importancia de disminuir la carga y el estrés al que se somete la articulación de la rodilla. De este modo, se modificará la actividad y ejercicio físico realizado. En estos primeros instantes también se emplearán técnicas dirigidas a producir efectos analgésicos y antiinflamatorios. En numerosas ocasiones se recurrirá a tratamiento farmacológico, principalmente antiinflamatorios no esteroideos.<sup>28, 29</sup>

Una vez pasada esta primera fase, en la que predomina el dolor y la impotencia funcional, se continuará con el tratamiento de los diferentes objetivos establecidos en base a los factores de riesgo. Estos objetivos son los siguientes:

- **POTENCIACIÓN MÚSCULO CUADRICEPS**: la atrofia del músculo cuádriceps es habitual en pacientes con dolor femoropatelar, por lo que se llevarán a cabo programas para ganar fuerza muscular. Existen consideraciones y adaptaciones propias de esta patología: en primer lugar, se trabajará en los últimos grados de extensión, momento en el que la rótula no se encuentra dentro de la tróclea femoral, para disminuir el estrés articular todo lo posible. Existen diferentes opiniones con respecto al orden de realización de ejercicios, mientras unos estudios defienden comenzar por ejercicios en cadena cinética abierta<sup>28</sup>, otros optan por empezar por cadena cinética cerrada<sup>29</sup>. No obstante, el criterio para tomar esta decisión vendrá determinado por la tolerancia a cada tipo de ejercicio.

- ACTIVACIÓN ANALÍTICA DEL VMO: dentro del trabajo muscular del cuádriceps prima la potenciación específica del VMO para conseguir una buena medialización de la rótula. El objetivo será conseguir una sincronización óptima entre los vientres musculares para tener una biomecánica adecuada. Los ejercicios descritos se realizarán en los primeros 30 grados de flexión, momento de mayor activación del VMO<sup>30</sup>, junto con el empleo de biofeedback con control electromiográfico. Se pueden añadir electroestimulación a los ejercicios de contracción muscular activa.<sup>28, 29</sup>
  
- POTENCIACIÓN MUSCULATURA DE LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL: la debilidad en los músculos abductores y rotadores externos de la coxofemoral es muy común entre los casos de dolor femoropatelar. Este déficit será, en muchas ocasiones, la causa del desequilibrio muscular que se traduce en un fémur con tendencia a la rotación interna y a la aproximación. La rotación interna de cadera puede desencadenar un aumento del ángulo Q sobre la rodilla y, por tanto, un factor de riesgo. El tratamiento combinado de cadera y rodilla aumenta la eficacia, por lo que se debe incluir el manejo de los músculos abductores y rotadores externos de cadera, prestando especial atención al glúteo medio, en el protocolo de tratamiento de dolor femoropatelar.<sup>28, 29</sup>
  
- STRETCHING Y FLEXIBILIDAD:
  - TFL Y ALERÓN ROTULIANO EXTERNO: El tejido más inelástico y con más tensión lo encontramos descrito a lo largo de todo el componente lateral. Podemos objetivar este resultado mediante la realización del test de Ober, el cuál determina un acortamiento en el TFL y la cintilla de Maissiat.<sup>28</sup>  
 El TFL, por su parte, tendrá implicaciones en la estabilidad de la rodilla. El alerón rotuliano, estando acortado o inelástico, provocará una báscula o mantendrá a la rótula lateralizada, impidiendo su correcta medialización.

Ambos se pueden tratar de forma analítica o simultánea y combinada mediante técnicas dirigidas a todo el componente lateral. Su tratamiento tendrá grandes implicaciones sobre la estabilidad y el correcto funcionamiento biomecánico, por lo que serán pilares fundamentales en el abordaje fisioterápico.<sup>29,30</sup>

Debido a la estrecha relación entre las expansiones tendinosas del VL, encargadas de formar la “Rodillera Anterior” explicadas previamente, y el alerón rotuliano externo, podemos incluir el tratamiento muscular del VL dentro del protocolo. De esta forma, el abordaje de los diferentes puntos gatillo será de gran utilidad, por ejemplo, mediante punción seca, prestando especial atención al receso suprapatelar y sus dimensiones, evitando introducir la aguja dentro de la cápsula sinovial.

- CUADRICEPS: la exploración de casos con dolor femoropatelar demuestra que, aparte de estar débil, el cuádriceps pierde elasticidad. Se complementarán el trabajo muscular con técnicas fisioterápicas dirigidas a devolver la flexibilidad al tejido, tales como estiramientos o facilitación neuromuscular propioceptiva.<sup>28</sup>

No podemos olvidar la íntima unión entre la cápsula articular de la rodilla y el músculo articular de la rodilla, perteneciente a la estructura del cuádriceps. Su funcionalidad y la sincronización muscular será necesaria para permitir el movimiento de flexoextensión. Si bien es cierto que no podremos obtener una extensión adecuada si el músculo articular de la rodilla no se contrae para evitar el pinzamiento del receso capsular, el tratamiento mediante stretching de este complejo formado por el músculo articular y el receso capsular será necesario para conseguir una buena flexión de rodilla.<sup>27</sup>

- MÚSCULOS ISQUIOTIBIALES Y GASTROCNEMIO: el estiramiento de toda la cadena posterior será necesario para prevenir posibles complicaciones, como flexo de rodilla, y disminuir las tensiones mecánicas que estos puedan transmitir sobre la rodilla.<sup>28</sup>

- RECENTRAJE DE LA RÓTULA: para conseguir la biomecánica correcta y que la rótula se localice en la posición adecuada de forma activa, será necesario trabajar todos movimientos de la rótula, dando elasticidad al tejido adyacente.<sup>30</sup>
- TAPING. VENDAJE DE MCCONNELL: durante el tratamiento, para conseguir un buen recentraje de la rótula, podemos emplear este vendaje para realizar los ejercicios. Mejora el área de contacto entre las carillas articulares de la rótula y el fémur, distribuyendo las fuerzas y reduciendo el estrés mecánico<sup>28</sup>. Otro efecto descrito por McConnell es el stretching pasivo del alerón rotuliano externo, visto previamente, gracias a producir una separación entre el borde externo de la rótula y el cóndilo femoral externo. Su elaboración consiste en una cinta de tape colocada sin tensión en el borde lateral de la rótula, traccionando desde el anclaje firmemente para llevar el tape hasta el cóndilo femoral medial. En la región medial se realizará un pliegue en la piel para reducir la fricción y evitar un tiraje excesivo que produzca erosiones en la piel. En numerosas ocasiones se emplea un material protector entre la piel y el vendaje.<sup>30</sup>
- TRATAMIENTO ORTOPÉDICO: su efectividad varía en función del tipo de ortesis empleado. Entre las utilizadas para reducir la traslación lateral de la rótula y proporcionar un alineamiento correcto, se han obtenido buenos resultados si la elección es individualizada y se emplea en casos con mala tracción de la rótula.  
Las ortesis plantares, o plantillas, han demostrado una gran utilidad en pacientes con gran pronación o un gran valgo de tobillo.<sup>28</sup>
- REENTRENO DE LA MARCHA: la biomecánica del paso se verá alterada por el dolor, por lo que se tendrá que reeducar la marcha. Para ello será de gran utilidad el biofeedback, ya sea mediante retroalimentación visual, frente a espejos, o retroalimentación verbal guiada por el profesional encargado del tratamiento. Se han observado en numerosos casos conductas como aducción o rotación interna de cadera, entre otras. Será una buena medida preventiva y un método de tratamiento efectivo a largo plazo.<sup>28,29</sup>

- ASPECTOS PSICOLÓGICOS: se tendrá que prestar especial atención en casos de hiperalgesia y factores biopsicosociales influyentes.<sup>29</sup>

En relación al presente estudio, podemos incluir al TVI en el abordaje fisioterápico. Dada la disposición anatómica de la estructura, podemos hipotetizar con su función de medialización, haciéndose necesario un trabajo de potenciación combinado con la activación y trabajo muscular desarrollado por el VMO. De este modo conseguiremos un mayor reclutamiento muscular enfocado a la tracción y traslación de la rótula.

## 5. CONCLUSIONES

Con este estudio, podemos confirmar mediante disección que el TVI es un vientre muscular presente en un alto porcentaje de la población, con repercusiones a nivel biomecánico y patológico, tal y como describe K. Grob<sup>1</sup>. Además, queda demostrado que cumple todos los criterios requeridos para determinar que el TVI es un músculo independiente, entre ellos la inervación e irrigación propia.<sup>1, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16</sup> La introducción de esta nueva idea y modelo anatómico aporta al músculo cuádriceps una estructura compleja formada por el RF, VL, VMO, VML, VI, TVI y el músculo articular de la rodilla.

Los vientres musculares TVI, VMO y músculo articular de la rodilla muestran una importancia significativa en la biomecánica y la estabilidad de la rodilla. Por lo que, en conclusión, la coordinación y sincronización intermuscular será imprescindible para cumplir su función.<sup>19, 21, 23</sup>

Por último, indicar que se desconoce el nivel de repercusión que puede tener el TVI sobre la patología, debido a que el estudio de casos y su conocimiento actual es limitado. La inclusión de un correcto abordaje del TVI en el protocolo de tratamiento de diferentes patologías rotulianas precisa de un mayor número de estudios para determinar su eficacia.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Grob K, Ackland T, Kuster MS, Manestar M, Filgueira L. A newly discovered muscle: The tensor of the vastus intermedius: Tensor Vastus Intermedius. *Clin Anat.* Marzo 2016;29(2):256-63.
2. Testut L. Article II: Anomalies du muscle triceps crural ou muscle extenseur de la jambe. Les anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée et leur importance en anthropologie. 1<sup>a</sup> ed. Paris: Masson; 1884. p 606-11.
3. Willan PLT, Mahon M, Golland JA. Morphological variations of the human vastus lateralis muscle. *J Anat.* 1990;168(5):235-239
4. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM. Prometheus. Cadera y Muslo. Atlas de Anatomia. ed 2<sup>a</sup>. Nueva York: Editorial Medica Panamericana; 2012. p 380-3
5. Castanov V, Hassan SA, Shakeri S, Vienneau M, Zabjek K, Richardson D, et al. Muscle architecture of vastus medialis obliquus and longus and its functional implications: A three-dimensional investigation. *Clin Anat.* Mayo 2019;32(4):515-23.
6. Rajasekaran S, Hall MM. Sonographic Appearance of the Tensor of the Vastus Intermedius. *Prev Med Rep.* Octubre 2016;8(10):1020-3.
7. Grob K, Manestar M, Gascho D, Ackland T, Gilbey H, Fretz C, et al. Magnetic resonance imaging of the tensor vastus intermedius: A topographic study based on anatomical dissections. *Clin Anat.* Noviembre 2017;30(8):1096-102.
8. Femina Sam JP. Morphological study of an undescribed additional head of quadriceps femoris – A cadaveric and Radiological Study [tesis doctoral]. M.D Anatomy, Medical University Chennai, Tamil Nadu; Mayo 2019



9. Yoshida S, Ichimura K, Sakai T. Structural diversity of the vastus intermedius origin revealed by analysis of isolated muscle specimens: Structure of VI. *Clin Anat.* Enero 2017;30(1):98-105.
10. Becker I, Baxter GD, Woodley SJ. The vastus lateralis muscle: An anatomical investigation. *Clin Anat.* Marzo 2010;23(5):575-85.
11. Bonnechère B, Louryan S, Feipel V. Triceps, quadriceps or penticeps femoris? Need for proper muscle definition. Julio 2019.
12. Kandeil M, Hamdy RM. Morphological study of the human vasti. 1999.
13. Collins CT. Anatomical investigation of the tensor vastus intermedius in the quadriceps muscle group [tesis doctoral]. Fort Worth, Texas: Master of Science in medical sciences anatomy track, University of North Texas; Abril 2017.
14. Britel R, Muntaner L, Rodriguez A, Kassarian A. Layered anatomic approach: the quadriceps muscle complex injuries. *ESSR.* 2019.
15. Becker I, Woodley SJ, Baxter GD. Gross morphology of the vastus lateralis muscle: An anatomical review. *Clin Anat.* Mayo 2009;22(4):436-50.
16. Willan PLT, Ransome JA, Mahon M. Variability in human quadriceps muscles: Quantitative study and review of clinical literature. *Clin Anat.* Marzo 2002;15(2):116-28.
17. Grob K, Manestar M, Filgueira L, Ackland T, Gilbey H, Kuster MS. New insight in the architecture of the quadriceps tendon. *J Exp Orthop.* Diciembre 2016;3(1):32.

18. Usabiaga J, Cuellas R, Crespo R, De la Herrán G. Biomecánica fémoro-patellar. Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Osakidetza: San Sebastian.
19. Dufour M, Pillu M. Capítulo 6 Rodilla. Biomecánica funcional. Miembros, cabeza, tronco. 2ª ed. Paris: Elsevier; Junio 2018.
20. Kapandji AI. La Rodilla. Fisiología articular. Tomo II: Miembro Inferior. 5ª ed. Paris: Editorial Médica Panamericana; Mayo 1998. p 76-159
21. Veeramani R, Gnanasekaran D. Morphometric study of tensor of vastus intermedius in South Indian population. Anat Cell Biol. Febrero 2017;50(1):7.
22. Grob K, Manestar M, Filgueira L, Kuster MS, Gilbey H, Ackland T. The interaction between the vastus medialis and vastus intermedius and its influence on the extensor apparatus of the knee joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Marzo 2018;26(3):727-38.
23. Grob K, Gilbey H, Manestar M, Ackland T, Kuster MS. The Anatomy of the Articularis Genus Muscle and Its Relation to the Extensor Apparatus of the Knee: JB JS Open Access. Diciembre 2017;2(4):e0034.
24. Labbé J-L, Peres O, Leclair O, Goulon R, Scemama P, Jourdel F, et al. Progressive limitation of knee flexion secondary to an accessory quinticeps femoris muscle in a child: A case report and literature review. J Bone Joint Surg Br. Noviembre 2011;93-B(11):1568-70.
25. Sarassa C, Sarassa V, Restrepo R, Angarita LÁ, Herrera AM. Limitation of Knee Flexion by a Fibrotic Band of a Fifth Component of the Quadriceps Muscle in a Child: A Case Report. JBJS Case Connector. Octubre 2017;7(4):e87.

26. Grob K, Fretz Ch, Kuster MS, Gilbey H, Ackland T. Knee Pain Associated with Rupture of Tensor Vastus Intermedius, a Newly Discovered Muscle: A Case Report. *J Clin Case Rep.* 2016;6:7
27. Saito A, Okada K, Saito I, Kinoshita K, Seto A, Sato H, et al. Functional status of the articularis genus muscle in individuals with knee osteoarthritis. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* Mayo 2015;101:e1315.
28. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral Pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* Febrero 2016;27(1):31-52.
29. Sisk D, Fredericson M. Update of Risk Factors, Diagnosis, and Management of Patellofemoral Pain. *Curr Rev Musculoskelet Med.* Diciembre 2019;12(4):534-41.
30. McConnell J. Management of patelofemoral problems. *Manual Therapy.* 1996;1:60-66