

Trabajo Fin de Grado

Relación del Test de Thomas Modificado con la movilidad fisiológica de los músculos flexores de cadera en un equipo de fútbol profesional: estudio observacional.

Relationship of the Modified Thomas Test with the physiological mobility of the hip flexor muscles in a professional football team: observational study.

Autor/es

Jaime Vinacua Aínsa

Director/es

Juan Luis Azkue Beteta y César Hidalgo García

Facultad / Escuela

Facultad de Ciencias de la Salud (Zaragoza)

Año

2020

Índice

Resumen	3
Introducción	4
Marco teórico	9
Hipótesis	9
Objetivos	10
Metodología	11
Resultados	21
Discusión	25
Conclusión	35
Bibliografía	36
Anexos	41

Resumen

Introducción:

Se explica que se ha producido un incremento de la práctica deportiva en España en los últimos años y consecuentemente de las lesiones músculo-esqueléticas. Surge por tanto la necesidad de evaluar condiciones fisiológicas de los deportistas mediante exámenes de triaje.

Objetivos:

Relacionar los resultados del test de Thomas Modificado con los resultados de la movilidad fisiológica de los músculos implicados en este test.

Metodología:

Se explica cómo se realizó el procedimiento de medición en los jugadores de un equipo de fútbol profesional, en los que se midió diferentes ángulos de movimiento a través del goniómetro y un aplicación de smartphone. Se establecieron unos criterios para cualificar a los sujetos como positivos o negativos para los resultados de los diferentes test. Se obtuvieron una serie de resultados mediante el análisis estadístico de las diferentes variables.

Resultados:

Se expone una mala correlación entre los resultados de los diferentes test, excepto en el caso del Tensor de la Fascia Lata con la rotación externa de la tibia en el test de Thomas Modificado.

Discusión:

Se analiza como esta baja correlación de los resultados entre los diferentes test puede deberse al procedimiento, al instrumento de medición, a los criterios clínicos establecidos y al bajo número de la muestra.

Conclusión:

Se explican los resultados obtenidos entre la relación de los diferentes test así como que no existen diferencias en los resultados del test de Thomas Modificado entre los miembros inferiores. También, se expone que los músculos más acortados del equipo parecen ser los Tensores de la Fascia Lata.

Introducción

En la actualidad, la práctica deportiva en personas adultas es frecuente en nuestro país. Según la Encuesta Nacional de hábitos deportivos del 2015, un 54% de la población mayor de 15 años practicó deporte durante ese año. Esto supone un aumento del 45,9% respecto a la encuesta del año 2010 realizada por García Ferrando y Llopis Goig ya que esta declaraba que solo un 37% de la población realizó deporte durante el año 2010.(1)

Esta tendencia de aumento de la práctica deportiva, que es un hábito favorable para la mejora de la calidad de vida, por las repercusiones positivas que genera en la salud (reducción del sedentarismo y del estrés, fortalecimiento del músculo cardiaco, etc.), también se corresponde con un aumento de las lesiones músculo-esqueléticas. Por lo que, se abre un nuevo campo de estudio en la práctica diaria del fisioterapeuta que es la prevención de lesiones en los deportistas.

El sobreuso de la musculatura relacionado con la práctica deportiva deriva en el acortamiento muscular. Además los cambios en la flexibilidad y movilidad muscular pueden generar fuerzas anómalas y de compresión sobre las superficies articulares pudiendo ser un factor clave en el desarrollo y perpetuación de numerosas disfunciones. Según Evjenth (1988), el acortamiento muscular facilita la lesión, se relaciona con la inhibición de la musculatura antagonista y genera cambios patológicos en las distintas estructuras relacionadas con dicha musculatura. (37)

Una de las labores principales del fisioterapeuta en un equipo profesional será identificar los potenciales factores de riesgo presentes en base a la evidencia científica disponible en aquellas investigaciones que contribuyen a prevenir las lesiones del deportista, la recuperación de las disfunciones del aparato locomotor producidas por la práctica del deporte y también la readaptación del deportista.

De aquí aparece la necesidad de la realización de triajes que detecten posibles lesiones futuras, así que estos exámenes de triaje tienen una especial importancia en la labor del fisioterapeuta en un equipo profesional. El triaje es frecuentemente utilizado por los fisioterapeutas y médicos deportivos con

el fin de obtener información para establecer las intervenciones apropiadas en el deportista para mejorar su rendimiento. Respecto a los deportistas de élite, la evaluación médica, fisiológica y músculo-esquelética es un acto regular en su programa de entrenamiento. Sin embargo, la mayoría de los deportistas amateurs carecen de apoyo médico y fisioterapéutico y a menudo continúan entrenándose y compitiendo con anomalías fácilmente corregibles que dificultan progresivamente el rendimiento y conducen a lesiones músculo-esqueléticas.(2)

La flexibilidad se define como la capacidad de movilizar una o más articulaciones, a través de un rango de movimiento, con el propósito de realizar una acción motora específica. La flexibilidad en el caso de los deportes está supeditada a la especialidad deportiva. En el caso del fútbol, la fuerza y la flexibilidad son los dos indicadores más importantes del rendimiento físico, en relación con el balance entre el miembro dominante y no dominante durante la ejecución de patrones cinemáticos asimétricos, tales como golpear la pelota, realizar cambios de velocidad o de dirección. En la clínica deportiva hay que tener en cuenta estos aspectos, ya que un deportista, en este caso futbolista, con una diferencia significativa de estas capacidades físicas, a nivel de miembros inferiores incrementaría la probabilidad de sufrir una lesión.(3)

Los clínicos y los profesionales de la medicina deportiva evalúan de forma rutinaria y controlan la flexibilidad de los principales músculos de las extremidades inferiores, porque se ha postulado que un nivel inadecuado de flexibilidad es uno de los factores de riesgo más importantes para las lesiones de los músculos de las extremidades inferiores, especialmente en los atletas de competición. (4)

Según Ayala, Sainz de Baranda, Cejudo y Santoja (2011), plantean que la valoración de la flexibilidad, en la salud físico deportiva, ha de ser una práctica habitual. (3) (5)

La extensión de la cadera se considera importante para el desempeño de varias actividades atléticas. La falta de extensión de la cadera ha sido teorizada porque conduce a un aumento de las fuerzas de impacto durante la carrera (Derrick, Hamill & Caldwell, 1998; Franz et al., 2009), lo que puede

aumentar el riesgo de fractura por estrés de la tibia (Edwards et al., 2009). Además, la falta de extensión de la cadera puede estar asociada con la tensión de los músculos flexores de ésta, por una falta de movilidad fisiológica de estos músculos. La tensión de los músculos flexores de la cadera limita la hiperextensión en la marcha y puede correlacionarse con la curvatura lumbar, el dolor de espalda y la disfunción de la rodilla. Una hipótesis postural relacionada con las distensiones de los tendones isquiotibiales es que los flexores de la cadera tensos provocan una inclinación anterior de la pelvis, lo que puede predisponer a los atletas de sprint a sufrir distensiones de los tendones isquiotibiales (Gabbe, Bennell & Finch, 2006). Por último, para las personas con dolor de espalda baja, que es sensible a la extensión de la columna vertebral, los flexores de la cadera acortados pueden llevar a estas personas a realizar movimientos de la columna vertebral que predisponen a una mayor extensión de la columna, ya que la persona carece de opciones de movimiento debido a sus limitaciones de extensión de la cadera. (6–10) (44)

Un examen de triaje interesante sobre el acortamiento de la musculatura del muslo y la cadera es el Test de Thomas Modificado, el cual tiene dos características positivas como son que es el más utilizado en la medicina deportiva para medir la flexibilidad del Recto Femoral del cuádriceps y que tiene validez confirmada en este ámbito. (3)

El test de Thomas fue creado para descartar la contractura por flexión de cadera (Thomas, 1878), lo que significa que un test de Thomas positivo es indicativo de contractura por flexión de cadera. Desde entonces, se ha utilizado de forma ubicua para evaluar la extensibilidad de la cadera. (6)

La pierna por estudiar se deja colgar en extensión y se mide con un inclinómetro o un goniómetro. Presenta una fiabilidad con el goniómetro de CCI= 0,92 y con el inclinómetro de CCI= 0,89. (38)

El test de Thomas Modificado se realiza de forma similar al test original de Thomas, pero se lleva a cabo en el borde de la camilla y no se pide una flexión máxima de la pierna hacia el pecho, estas son las principales diferencias. Así, se permite que la pierna contralateral cuelgue sobre el borde de la camilla, lo que permite la medición de un ángulo máximo de extensión de la cadera en

todos los individuos y no sólo en aquellos con un déficit de extensión de la cadera. (6)(11)

Un resultado positivo, que se toma como indicativo de contractura en flexión de cadera, es donde hay una notable flexión de la cadera de la pierna contralateral, como se indica por un espacio entre esta pierna y la camilla. (6)

Existen numerosos factores de confusión entre el Test de Thomas y el Test de Thomas Modificado que hace que los invaliden para el objetivo que buscan. Los más destacados son que no tienen en cuenta el movimiento lumbopélvico, la capacidad de flexión de la cadera, el tamaño de la cintura o la circunferencia del muslo. (6)

El test de Thomas Modificado se utiliza para evaluar la flexibilidad de cuatro tipos diferentes de músculos flexores de la cadera: el Psoas-Ilíaco, el Recto Anterior o Recto Femoral y el Tensor de la Fascia Lata (TFL). (7).

Para medir la movilidad fisiológica de la musculatura implicada en el test de Thomas se utilizan tres diferentes test para cada uno. Para valorar la longitud muscular del Psoas-Ilíaco se utiliza la metodología descrita en el libro de Estiramiento y autoestiramiento muscular de Fisioterapia OMT, volumen I y para el Recto Femoral se utiliza el test descrito y validado por Hamberg (1993), además del procedimiento que se usa en el test de Ely para valorar la longitud de este músculo. (40) (12,13)

Para la medición de la movilidad fisiológica del Tensor de la Fascia Lata se utilizará el test de Ober Modificado. La prueba original de Ober fue descrita en 1935 para examinar la relación entre la tensión en la banda iliotibial y el dolor lumbar y la ciática. Como se describió originalmente por Ober, el paciente se posiciona decúbito contralateral. Hoy en día, esta prueba (conocida como el test de Ober) se utiliza no sólo para examinar la longitud de la banda de iliotibial para los individuos con dolor de espalda baja, sino también para examinar la flexibilidad de la banda de iliotibial en todos los individuos. (14)

En una modificación a la prueba original de Ober, Kendall (1953) sugirió que el examinador debe mantener la rodilla extendida en la extremidad a valorar

(en lugar de flexionar la rodilla a 90° como lo describió originalmente Ober) mientras se realiza el examen. Esto fue denominado como la "prueba modificada de Ober," y Kendall (1953) racionalizó que mantener la extremidad en la extensión durante la prueba causó menos tensión a la parte medial de la rodilla, menos tensión en la rótula, y menos interferencia potencial por un Recto Femoral acortado. Melchione y Sullivan (1993) sugirieron que la prueba de Ober modificada era una posición más funcional. Al revisar la literatura, la prueba de Ober y la prueba de Ober modificada parecen utilizarse con igual frecuencia; ninguna de las dos ha demostrado ser más popular, precisa o fácil de realizar que la otra versión. Aunque Puniello (1993) afirma que la banda iliotibial se estira posteriormente con la flexión de la rodilla, no hay acuerdo en la literatura con respecto a la posición de la rodilla (flexión vs extensión) que crea la mayor tensión en la banda de iliotibial. (14–16) (45)

Tanto el test de Ober como el de Ober Modificado pueden estirar eficazmente la banda iliotibial, pero el test de Ober Modificado parece más eficaz cuando el estiramiento se realiza con un mayor ángulo de aducción de la cadera. (17).

Marco teórico

Dentro de la labor preventiva del fisioterapeuta en el ámbito deportivo profesional, existe la necesidad de correlacionar un test rápido como es el test de Thomas Modificado, con los test de movilidad fisiológica de los músculos flexores de cadera con el fin de poder establecer la capacidad de triaje del test de Thomas Modificado para valorar la longitud muscular de los flexores de cadera. Así se podrá obtener información de acortamiento del músculo Psoas-Iliaco tanto en el test de Thomas Modificado como en su test de movilidad fisiológica. Lo mismo con el músculo Recto Femoral y también para el Tensor de la Fascia Lata en el que el test de Ober Modificado (test de longitud muscular del Tensor de la Fascia Lata y la cintilla iliotibial) y el test de Thomas Modificado proporcionen información sobre el acortamiento de este músculo.

Hipótesis

Se espera que los resultados de la movilidad fisiológica de los músculos Psoas-Iliaco, Recto Femoral y Tensor de la Fascia Lata que se obtienen durante la medición coincidirán con los resultados del test de Thomas Modificado.

Objetivos

General

- Estudiar la relación de los resultados del test de Thomas Modificado con la movilidad fisiológica de los músculos implicados en el test.

Específicos

- Determinar cuáles son los músculos más acortados en futbolistas de un equipo profesional de fútbol.
- Medir la movilidad fisiológica de los músculos implicados en el test.
- Establecer una metodología para realizar el test de Thomas Modificado.
- Comparar los resultados del test de Thomas Modificado entre la pierna dominante con la pierna no dominante.
- Establecer diferencias entre la movilidad fisiológica entre ambos miembros inferiores.

Metodología

Participantes:

El estudio reclutó a 20 jugadores de fútbol, hombres, en los que se recogieron los datos del peso, altura y edad de cada uno de los sujetos.

La muestra perteneció al club de fútbol, Sociedad Deportiva Ejea, que milita por segundo año consecutivo en la categoría de fútbol nacional de segunda división B en el grupo III. Los jugadores entrenan, normalmente, 5 días a la semana con una duración de 1 hora y 30 minutos por entrenamiento, más el partido de los fines de semana. El estudio es llevado a cabo durante la temporada.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones deportivas de la Sociedad Deportiva Ejea antes de los entrenamientos. Los participantes participaron en el estudio en una ocasión, en la que veían en el participante anterior como se llevaba a cabo el procedimiento para que seguidamente no desconociesen como se iba a realizar el proceso de medición en el que se recogen los datos para el estudio.

Criterios de exclusión:

Se descartó a todos los jugadores con problemas músculo-esqueléticos en el momento de la recolección de datos y en el periodo de la última semana, tales como lesiones musculares, fracturas óseas, intervenciones quirúrgicas recientes en miembros inferiores y columna vertebral así como dolor en miembros inferiores y columna vertebral que afectan a la ejecución de los test.

Presencia de condición patológica de cualquier índole (respiratoria, intestinal, etc.) que haya afectado a la participación del sujeto en la dinámica del equipo durante los últimos entrenamientos o durante el último partido.

Los jugadores que se perdieron la sesión de recolección de datos no formaron parte de la muestra. (3,4)

Criterios de inclusión:

Los 20 jugadores de fútbol, hombres, inscritos durante la temporada 2019-2020 en la categoría de segunda división B grupo III del fútbol nacional en el club de fútbol, Sociedad Deportiva Ejea.

Los participantes informados previamente del estudio que aceptaron el consentimiento informado de manera voluntaria para participar en él.

Además, todos los jugadores del equipo que no presenten ninguna de las condiciones anteriores descritas en los criterios de exclusión.

Procedimiento:

Se presentaron a los sujetos del estudio los diferentes test y pruebas que se van a llevar a cabo en ellos para que se familiaricen con las pruebas así como una mayor fluidez y menor probabilidad de aparición de errores en las pruebas en la medición, que sirvió como sesión de consenso previa. (3,4)

Después de la familiarización e información de los sujetos con las diferentes pruebas del estudio se llevó a cabo el proceso de recogida de datos. Esta recogida se dividió en 4 sesiones, en las que se midió a 4 sujetos en cada una de ellas. Se reservó una de ellas para cualquier dato que fuese incorrecto o no se hubiese podido realizar por falta de tiempo.

Las sesiones de recogida de datos se realizaron antes de los entrenamientos. Debido a que los rangos de movimiento no son estables en el tiempo se realizaron por la tarde ya que así se evitó la rigidez matutina que reduce el rango de movimiento y para que la medición fuese más fiable se realizó siempre a la misma hora de la tarde. Se realizó en una sala amplia, con presencia de una camilla portátil y el material necesario para el estudio, que se encuentra adyacente al vestuario, con una temperatura óptima. Se realizó en un ambiente tranquilo y privado. Se llamó a los sujetos de uno en uno, siguiendo un orden alfabético. Acudieron a la sala en pantalones cortos de deporte y una camiseta de manga corta. Fueron marcadas las referencias anatómicas con un rotulador necesarias para la medición. (18)

Se realizaron unos ejercicios de calentamiento previos a la recolección de datos, que consistían en realizar cinco sentadillas normales y caminar durante tres minutos. El objetivo de estos ejercicios es conseguir un mayor aumento de la temperatura, que produce un aumento del rango de movimiento ya que se mejora la flexibilidad de los tejidos próximos a la articulación. Además, el calentamiento sirve para mejorar la fiabilidad de las mediciones. (18)

En primer lugar se realizó el test de Thomas, se llevó a cabo el test de Thomas Modificado, se pueden observar las posiciones del test en los Anexos. Se le indicó al sujeto que se coloque con su zona glútea lo más cerca posible del borde de la camilla (que queden 20 cm entre la rodilla y el inicio de la camilla) y sujetando el muslo de la pierna que no se va a evaluar, el paciente se tumbó y flexionó la cadera al máximo, que no se está estudiando, hasta que la lordosis lumbar se aplanó. (3) La pierna por estudiar se deja colgar en extensión (38). En todo momento se controló el movimiento de inclinación pélvica durante el test. Se controló este movimiento con la fijación de la pelvis del lado que se está evaluando de manera pasiva por el fisioterapeuta. (6)

El test de Thomas Modificado resultó positivo o negativo de acuerdo con el protocolo descrito por Magee (2002). Se consideró positivo de acortamiento del Psoas-Iliaco si el muslo se coloca en flexión respecto a la camilla, es decir todo paciente que no alcanza los 0 grados de extensión, por lo que su muslo no entra en contacto con la camilla. Fue positivo de acortamiento del Recto Femoral todo paciente que no alcance los 90° de extensión en la medición del goniómetro en el ángulo de la rodilla o el paciente que aumente su flexión de rodilla al flexionar la cadera. Fue positivo de acortamiento del Tensor de la Fascia Lata si el ángulo de abducción de cadera es igual o mayor a 5° cuando se mide con el goniómetro y si se producía un aumento de la rotación externa de tibia en la posición de tensión del test. Una vez cuantificado si los resultados son positivos o negativos para los músculos implicados en el test, se valoró la pierna contraria.(38,39)

Además, tanto para el Tensor de la Fascia Lata como para el Recto Femoral, se comprobó la sensación final de movimiento en la rotación externa de tibia y en la flexión de rodilla respectivamente, primero en la posición descrita para el test y después en flexión de cadera de 90° para ver si la cantidad de movimiento en rotación externa de tibia o flexión de rodilla era mayor.

Después se pasó a la recolección de datos para valorar la movilidad fisiológica de los músculos implicados en el test de Thomas Modificado: Psoas-Ilíaco, Recto Femoral y Tensor de la Fascia Lata. Se estableció un protocolo, en el que la altura de la camilla portátil fue siempre la misma. El pie que se encuentra en contacto con el suelo tiene que estar apoyado, si el sujeto no llegase al suelo se colocaría un apoyo. La cadera contraria se encuentra en posición de flexión máxima con flexión de rodilla a 90°. Para evitar compensaciones, se estabilizó de manera pasiva la cadera con una cincha que discurría caudal a las espinas ilíacas posterosuperiores y por el fisioterapeuta con la mano en la parte posterior y proximal del muslo que se evaluó (en el caso del Psoas-Ilíaco y Recto Femoral). El método que se utilizó para realizar estas mediciones fue la goniometría así como una aplicación de Smartphone, que se describe más adelante.

La movilidad fisiológica de los músculos Psoas-Ilíaco y del Recto Femoral fueron valoradas mediante la metodología de los test de movilidad fisiológica muscular descrita en el libro de Estiramiento y autoestiramiento muscular en Fisioterapia OMT. Vol. I (19)(40)

Se comenzó en primer lugar con el Psoas-Ilíaco en el que se midió su movilidad fisiológica siguiendo la siguiente metodología.

Para el músculo Psoas-Ilíaco se colocó al paciente en decúbito prono con la columna inclinada al lado de la pierna contraria a medir, la pierna que no se midió por fuera de la camilla con la cadera en flexión y el pie apoyado en el suelo. La rodilla por medir se encontraba flexionada con la cadera en completa rotación interna. La pelvis estabilizada pasivamente con una cincha que discurre caudal a las espinas ilíacas posterosuperiores y por la parte posterior y proximal del muslo que no se midió. El fisioterapeuta se colocó de pie, frente al lado que no se midió. La mano izquierda del fisioterapeuta estabilizó el muslo que se midió por el lado dorsal, distal a la tuberosidad isquiática. El pie izquierdo del fisioterapeuta estabilizó el pie que se encontraba en contacto con el suelo. La mano derecha del fisioterapeuta tomó la pierna que se midió proximal al tobillo. Después el fisioterapeuta extiende la cadera que se midió levantando el segmento inferior de la camilla. Las manos del paciente apoyadas debajo de su cabeza. (19)(40)

Se consideró positivo el test de movilidad fisiológica del Psoas-Iliaco a aquellos sujetos que no alcanzasen los 0° de extensión (siempre controlando la anteversión de la pelvis y llevando la cadera a completa rotación interna), según criterios clínicos.

Seguidamente se midió la longitud muscular del músculo Recto Femoral siguiendo el siguiente procedimiento de estiramiento: el paciente se colocó en decúbito prono sobre la camilla, con la pierna que no se evaluó fuera de ella, con flexión de cadera y con el pie en contacto con el suelo. La cadera que se evaluó se mantuvo en completa extensión mediante la elevación del segmento inferior de la camilla. La pelvis y así el origen del Recto Femoral pasivamente estabilizada a la camilla con una cincha. El fisioterapeuta de pie frente al lado que no se midió a nivel del segmento inferior de la camilla. El pie craneal estabilizó el pie que se encontraba en contacto con el suelo. La mano inferior del fisioterapeuta tomó la cara ventral de la pierna, proximal al tobillo del paciente. La mano superior estabilizó el muslo derecho del paciente distal a la tuberosidad isquiática. Después, el fisioterapeuta flexionó la rodilla que se midió. Las manos del paciente apoyadas debajo de su cabeza. (19)(40)

Para el test de longitud muscular del Recto Femoral se consideró como positivo todo aquel paciente que no alcanzase los 120° de flexión de rodilla (12).

Finalmente se midió la movilidad fisiológica del Tensor de la Fascia Lata y su prolongación de la cintilla iliotibial mediante el test de Ober Modificado, ya que ha demostrado ser más fiable para la medición con un inclinómetro que el test de Ober. (14)

Se colocó al sujeto en decúbito contralateral con la pierna a examinar hacia arriba, el examinador extendió la rodilla de forma completa, abdujo y extendió la cadera hasta que se encontró alineada con el tronco. El examinador dejó que se produjese la aducción de la cadera por el peso de la pierna, siempre fijando la pelvis de la pierna que se evaluó.

Se calificó como positivo en el test de Ober Modificado todo aquel sujeto que no alcanzase los 20° de aducción de cadera. (20).

Una vez recogidos todos los datos, se valoró si existía relación entre los resultados positivos de acortamiento en los músculos implicados en el Test de Thomas con su movilidad fisiológica.

Medidas:

Todas las mediciones se recogieron en dos ocasiones en el mismo instante para cada sujeto y se realizó la media entre los dos resultados que habíamos observado. Después se realizó la medición en el miembro contralateral. Se comenzó midiendo el miembro inferior dominante, que indicaba el sujeto. (3).

Para la medición del acortamiento del Psoas-Ilíaco en el test de Thomas Modificado se colocó al paciente, como se ha mencionado anteriormente, para la realización del test, todas las posiciones de la mediciones en el test de Thomas Modificado se pueden ver en los Anexos. Se utilizaron los criterios que siguieron Clapis et al. (2007) para la medición del test con el goniómetro. El fulcro del goniómetro se colocó sobre la parte lateral del trocánter mayor previamente señalada con un rotulador. Mientras que el brazo proximal se alineó siguiendo la línea media lateral de la pelvis mientras que el brazo distal se alineó con la línea media lateral del fémur utilizando el epicondilo lateral como punto de referencia. Se recogieron los datos de la medición y después con los criterios mencionados anteriormente se estableció si el músculo Psoas-Ilíaco esta acortado o no. (7) Se siguió el mismo criterio para la medición del miembro contrario. (46)

Para valorar el acortamiento del Recto Femoral en este test se usó un goniómetro. Se colocó la rama fija del goniómetro siguiendo el eje longitudinal del muslo, mientras que la rama móvil se colocó paralela al eje longitudinal de la pierna del sujeto, posicionando el fulcro del goniómetro en el eje del movimiento de la articulación de la rodilla. Se recogieron los datos de la medición y una vez recogidos se estableció si existe acortamiento o no de ese músculo en el test. Se siguieron los criterios mencionados anteriormente para establecer el acortamiento de este músculo. (3,21)(41) Se utilizó el mismo procedimiento para la valoración del músculo contralateral.

En cuanto al Tensor de la Fascia Lata se utilizó el goniómetro para valorar el movimiento de abducción que se produce en la cadera durante la realización

del test de Thomas Modificado. Se colocó el fulcro sobre la espina ilíaca anterosuperior del lado homolateral a la medición. El brazo fijo se alineó con la espina ilíaca anterosuperior opuesta y el brazo móvil se colocó siguiendo el eje longitudinal del muslo tomando como referencia ósea la rótula. Se valoró el ángulo y según los criterios establecidos anteriormente para valorar el acortamiento del Tensor de la Fascia Lata fue positivo o no de acortamiento muscular. (41). Para medir la rotación externa producida en la tibia por el Tensor de la Fascia Lata se colocó la flexión de rodilla a 90° y el goniómetro con el fulcro en el centro de la rótula, la rama fija siguiendo la vertical y la rama móvil se colocó siguiendo la tuberosidad anterior de la tibia como referencia ósea, una vez medido el ángulo, con los criterios establecidos anteriormente se estableció como positivo o negativo de acortamiento. Y se valoró siguiendo el mismo criterio el otro muslo. Además, siempre se debía evitar el movimiento de la cadera durante las mediciones del test de Thomas Modificado. (41)

Para la medición de la movilidad fisiológica de los músculos implicados en el test de Thomas Modificado, se empleó tanto el goniómetro como una aplicación de Smartphone denominada Clinometer que ha demostrado ser fiable para medir el rango de movimiento de la columna cervical. Se usó esta aplicación por no tener la disponibilidad de un goniómetro para ello. (22)

Estas mediciones se realizaron cuando el estiramiento de cada músculo se detuvo porque el sujeto percibía un esfuerzo de 8 sobre 20 en la Escala de Borg que permite conocer el esfuerzo que está percibiendo el sujeto durante la medición de la movilidad fisiológica. Si el paciente no tuvo sensación de estiramiento, se detuvo también el test cuando el fisioterapeuta consideró que se había llegado al final del movimiento, ya que percibió una sensación final firme, el test también finalizó si el fisioterapeuta percibió que se producía un movimiento pélvico. (4)(23)

Se empezó con la valoración de la longitud muscular del Psoas-Ilíaco siguiendo la metodología de estiramiento descrita que se ha explicado en el apartado anterior. Para esta medición se utilizó el goniómetro colocándolo igual que se hacía para la medición de este músculo en el test de Thomas Modificado. Esto implica el fulcro en la parte lateral del trocánter mayor, la rama fija siguiendo el eje longitudinal de la pelvis y la rama móvil siguiendo

el eje longitudinal lateral del muslo tomando como referencia ósea el epicondilo lateral del fémur. Se recogieron los datos de ambos miembros para establecer la relación con los resultados del test de Thomas. Para este procedimiento se necesitó a un fisioterapeuta para que realizase la medición mientras el otro realizaba el test. (41)

En cuanto a la medición de la movilidad fisiológica del Recto Femoral se utilizó el procedimiento de estiramiento para este músculo descrito anteriormente. Se usó el goniómetro colocándolo de la misma forma que se hacía antes en el test de Thomas Modificado para valorar el acortamiento de este músculo. Con el fulcro en el eje de movimiento de la articulación de la rodilla y la rama fija en el eje longitudinal del muslo, mientras que la rama móvil se colocó paralela al eje longitudinal de la pierna. Una vez recogidos los datos de ambos miembros se estableció la relación de los resultados del test de referencia que hemos utilizado con la movilidad de este músculo. Fue necesario otro fisioterapeuta para la realización del test, ya que uno realizó la medición y otro el test en sí mismo. (41)

Para la medición de la longitud muscular del Tensor de la Fascia Lata y de la cintilla iliotibial se realizó el test de Ober Modificado que se ha descrito anteriormente. Se utilizó la aplicación Clinometer del smartphone para realizar esta medición. El smartphone se colocó sobre el miembro que se evalúa cuando se detuvo el movimiento, en la cara lateral en el tercio distal del muslo, próximo a la rótula. Para la realización de esta colección de datos también fue necesaria la ayuda de otro fisioterapeuta. Se realizó la medición en ambos miembros. Una vez se han recogido los datos se compararon con los resultados anteriores del test de Thomas Modificado. (24)(38)

El goniómetro que se utilizó para realizar las mediciones en este estudio fue un goniómetro flexible de plástico. Mientras que la aplicación que se utilizó para la medición del test de Ober Modificado fue Clinometer, disponible en AppStore y PlayStore. Se necesitó la colaboración en las mediciones de la longitud muscular de otro fisioterapeuta, como se ha explicado antes.

Evaluadores:

Dos examinadores formaron parte del estudio, uno de ellos con experiencia profesional y el otro sin experiencia profesional en el campo de la fisioterapia.

El primero de ellos contaba con experiencia profesional de 8 años en el ámbito de la fisioterapia deportiva a nivel profesional y semiprofesional.

El otro examinador del estudio fue un estudiante de fisioterapia sin experiencia profesional y a punto de concluir sus estudios en el grado de fisioterapia de la Universidad de Zaragoza. Cuenta con la formación propia del grado además de un curso de la técnica de fibrólisis diacutánea.

Ambos conocían el test de Thomas Modificado y antes de comenzar el estudio se reunieron para informarse sobre los diferentes test para llevarlos a cabo con precisión y para debatir los diferentes criterios para tener en cuenta para desarrollar el estudio de manera correcta.

Análisis estadístico:

Todos los datos fueron recogidos en una tabla de Excel en los que se indicó en cada sujeto: la edad, altura, peso, posición y miembro inferior dominante.

Además se recogieron los grados de la medición del test de Thomas Modificado que se han registrado de cada músculo indicando cuales han sido positivos en el acortamiento de los músculos implicados, si es que hubiese resultados positivos.

Una vez se recogieron todos estos datos se recogerán en la misma tabla de Excel la longitud muscular de todos los músculos que se han medido. (7)

Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas se utilizaron los índices de tendencia central (media y mediana) y los índices de dispersión (desviación típica y los valores mínimo y máximo). (42)

Para las variables cualitativas, se realizó un estudio de frecuencias para conocer las frecuencias absolutas y relativas. (42)

El análisis de correlación se llevó a cabo, en primera medición, a través del coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman (ρ), debido a que este método no estima específicamente una asociación lineal entre las variables, sino una asociación en general (Altman, 1991). (42)

Para la interpretación del valor ρ , se ha considerado la clasificación del grado de asociación presentada por Martínez y cols. (2006) para el valor r . (43) Esta clasificación señala:

- $r < 0,30$: asociación débil.
- $0,30 \leq r \leq 0,70$: asociación moderada.
- $r > 0,70$: asociación fuerte

Resultados

Para la descripción de los resultados se siguió el método descrito en la parte del análisis estadístico de la metodología.

Todos los sujetos del equipo rellenaron el consentimiento informado que no pudo ser recibido por el evaluador debido a la pandemia del covid-19. Se incluyeron en el estudio a 15 sujetos que cumplían todos los criterios de inclusión mientras que, 5 sujetos fueron excluidos del estudio por no asistir a la sesión de medición debido a la situación sociosanitaria.

Las características de la muestra de los 15 jugadores que formaron parte del estudio son una edad media de 25,8 años y una desviación típica de 5,29. La muestra presenta una media de peso de 74,81 kilogramos y una desviación típica de 5,41. En cuanto a la altura de los jugadores encontramos una media de 1,80 metros y una desviación típica de esta de 0,06.

Tabla 1. *Características de la muestra.*

n=15	EDAD	ALTURA	PESO
Media	25,8	1,80	74,81
Mediana	24	1,8	75,8
Varianza	28,03	0,00	29,30
Desviación típica	5,29	0,06	5,41
Mínimo	19	1,72	66
Máximo	37	1,94	89,1

Edad en años; altura en metros (m); peso en kilogramos (kg).

Un 86,67% de los participantes de la muestra presentan como miembro inferior dominante el derecho y el 13,33% restante presenta como miembro inferior dominante el izquierdo.

Respecto a las posiciones en el terreno de juego fueron divididas en: portero, defensa, centrocampista y delantero. El 13,33% de los sujetos que formaron parte de la muestra final eran porteros, el 33,33% de los participantes eran defensas, el 20% de la misma eran centrocampistas y el 33,33% eran delanteros.

Tabla 2. Posiciones de los jugadores de la muestra.

Posición	FREC. ABS.	PORCENTAJE
Portero	2	13,33%
Defensa	5	33,33%
Mediocampista	3	20,00%
Delantero	5	33,33%

Frec.Abs: Frecuencia Absoluta.

En cuanto al objetivo general y siguiendo los criterios establecidos en la parte de análisis estadístico, se encuentra una correlación fuerte, $\rho=0,821$ para la cadera derecha y $\rho=0,885$ para la cadera izquierda, de carácter negativo entre el test de Thomas Modificado y el test de movilidad fisiológica del Psoas-Ilíaco.

Respecto a la correlación entre el test de Thomas Modificado y el test de movilidad fisiológica del Recto Femoral hay una asociación débil, $\rho=0,055$ en la cadera derecha de carácter positivo y $\rho=0,028$ de carácter negativo en la cadera izquierda, entre ambos test.

Mientras que para la relación entre el test de Thomas Modificado para la abducción de cadera y el test de movilidad fisiológica del Tensor de la Fascia Lata y la cintilla iliotibial (test de Ober Modificado), hay una asociación débil, $\rho=0,055$, entre ambos de carácter positivo respecto a la medición de la abducción de la cadera derecha e izquierda.

Para la correlación entre el test de Thomas Modificado para la rotación externa de tibia y el test de Ober Modificado, se observa una asociación fuerte, $\rho=0,971$, entre los dos test de carácter positivo en ambas piernas.

Siguiendo con el resto de los objetivos del estudio, los músculos más acortados del equipo son los Tensores de la Fascia Lata de ambos miembros ya que presentan en la movilidad fisiológica, una media de $11,80^\circ$ de aducción de cadera derecha y una desviación típica de $5,12^\circ$, mientras que la media de la aducción de la cadera izquierda es $10,93^\circ$ y una desviación típica de $4,05^\circ$.

Le sigue con una media y desviación típica de la muestra para el Recto Femoral derecho de $121,67^\circ$ de flexión de rodilla y $11,55^\circ$, respectivamente.

Para el Recto Femoral izquierdo la media de la flexión de rodilla es de 122,07° y la desviación típica de 9,27°.

En cuanto a la descripción de los datos de la media y desviación típica para el Psoas-Ilíaco derecho es de 5,07° de extensión de cadera y 1,24°, respectivamente. Y para el Psoas-Ilíaco izquierdo es de una media de 5,20° de extensión de cadera y una desviación típica de 1,38°

En cuanto a la movilidad fisiológica de los diferentes músculos se encuentra una media y desviación típica: para el Psoas-Ilíaco derecho de 5,07° y 1,24°, para el Psoas-Ilíaco izquierdo de 5,20° y 1,38°, para el Recto Femoral derecho de 121,67° y 11,55°, para el Recto Femoral izquierdo de 122,07° y 9,27°, para el Tensor de la Fascia Lata derecho 11,80° y 5,12° y para el Tensor de la Fascia Lata izquierda 10,93° y 4,05°.

Tabla 3. *Movilidad fisiológica de los músculos evaluados.*

Movilidad fisiológica	PID	PII	RFD	RFI	TFLD	TFLI
Media	5,07	5,20	121,67	122,07	11,80	10,93
Mediana	5	5	118	126	11,5	10,6
Varianza	1,53	1,89	133,29	85,93	26,20	16,41
Desviación típica	1,24	1,38	11,55	9,27	5,12	4,05
Mínimo	3	3	103	104	2,7	4,5
Máximo	8	9	142	135	20,6	20,3

PID: Psoas-Ilíaco derecho, PII: Psoas-Ilíaco izquierdo, RFD: Recto Femoral derecho, RFI: Recto Femoral izquierdo, TFLD: Tensor de la Fascia Lata derecho, TFLI: Tensor de la Fascia Lata Izquierdo. Datos en grados (°).

El siguiente objetivo consta en establecer diferencias en los resultados del test de Thomas Modificado entre miembros inferiores dominantes y no dominantes para cada músculo que se evalúa. La mediana indica coincidencia en los resultados entre ambos miembros para el músculo Psoas-Ilíaco, Recto Femoral y Tensor de la Fascia Lata. En cuanto a la moda existe también coincidencia en los resultados entre los dos miembros para estos músculos que se evalúan.

Se encuentra un 93,33% de coincidencia en los resultados del test de Thomas Modificado entre el miembro inferior dominante y no dominante en la evaluación del músculo Psoas-Iliaco y un 6,67% de no coincidencia.

Para la evaluación del músculo Recto Femoral en el test de Thomas Modificado se aprecia una coincidencia total, 100%, entre ambos miembros.

Respecto a la coincidencia de los resultados del test de Thomas Modificado en la medición de la abducción de cadera que evalúa al músculo Tensor de la Fascia Lata encontramos un 73,33% de coincidencia y un 26,67% de no coincidencia entre los resultados de los miembros inferiores. Mientras que la coincidencia de los resultados del test de Thomas para la evaluación del Tensor de la Fascia Lata con la rotación externa de tibia es total ya que la coincidencia de los resultados entre los test para los dos miembros es del 100%.

El último objetivo se centra en establecer las diferencias de la movilidad fisiológica entre los miembros inferiores para los distintos músculos evaluados. Se observa una diferencia media y desviación típica de 1,2° y 0,65°, respectivamente, para el Psoas-Iliaco. Para el Recto Femoral encontramos una media y desviación típica en la diferencia en la movilidad fisiológica entre ambos miembros de 6,93° y 4,46°, respectivamente. Y para el Tensor de la Fascia Lata la diferencia media entre los miembros inferiores es 2,38° y 1,98° de desviación típica.

Tabla 4. *Diferencias de movilidad fisiológica entre miembros inferiores de los músculos examinados.*

Diferencias	Psoas	R.Femoral	TFL
Media	1,2	6,93	2,38
Mediana	1	7	2
Varianza	0,43	19,93	3,93
Desviación típica	0,65	4,46	1,98
Mínimo	0	1	0,1
Máximo	2	15	6,5

Psoas: Psoas-Iliaco, R. Femoral: Recto Femoral, TFL: Tensor de la Fascia Lata. Datos en grados (°).

Discusión

Siguiendo los datos de la correlación estadística entre los test de movilidad fisiológica de los músculos: Psoas-Ilíaco, Recto Femoral y Tensor de la Fascia Lata, y el test de Thomas Modificado demuestran tener una correlación fuerte de carácter positivo en el Tensor de la Fascia Lata para la rotación externa de tibia mientras que para la abducción de cadera la asociación entre los test es débil. La asociación entre el test de Thomas Modificado y el test de movilidad fisiológica del Recto Femoral es débil pero de carácter positivo en la cadera derecha y negativo en la izquierda. Mientras que para el Psoas-Ilíaco la correlación es fuerte pero de carácter negativo.

Teniendo en cuenta este resumen del objetivo general del estudio, hay que rechazar la hipótesis planteada inicialmente al estudio, ya que no existe una total relación entre los resultados del test de Thomas Modificado con los test de movilidad fisiológica de cada músculo.

No obstante, hay que resaltar la correlación fuerte que existe entre la rotación externa de tibia en el test de Thomas Modificado con el test de longitud muscular del Tensor de la Fascia Lata (test de Ober Modificado). A pesar de que nos encontramos ante un estudio piloto con poca muestra, merecería ser explorado este hecho con más potencia estadística ya que Park et al. (2016) concluyen que la rotación tibial modifica la tensión de la banda iliotibial y con ello la posición rotuliana, lo que puede ser extrapolable a aquellos pacientes que presentan con frecuencia el síndrome fémoro-rotuliano. (25)

En el caso del Psoas-Ilíaco se puede interpretar esta correlación fuerte negativa por una imposibilidad de realizar la técnica del test de movilidad fisiológica de este de manera correcta. Esto se puede deber a que la camilla que se utilizó es portátil, y por tanto no ofrece las ventajas y servicios que pueden ofrecer camillas mecánicas o eléctricas. En la camilla portátil la elevación del cabecero para la realización del test de longitud muscular es muy forzosa y brusca, por lo que el paciente puede perder la posición y generar alguna compensación ya que es muy difícil regular de manera tan precisa la elevación del cabecero como si fuera una camilla mecánica.

Además Hamberg et al. (1993) en su estudio, utiliza un procedimiento similar para medir la movilidad fisiológica del Recto Femoral. Este procedimiento difiere en la fijación de la pelvis ya que además de utilizar una cincha para fijar al sujeto a la camilla (como en este estudio) emplea un cojín debajo del abdomen, además registraba en todos los sujetos la posición de éste, la posición de los pies, del cuerpo y la altura de la camilla. Estas diferencias en la posición de medición junto a las diferencias que presentan los sujetos en la rotación interna de cadera hacen que sean difícil la estandarización en toda la muestra. Por tanto, esta correlación fuerte de carácter negativo también puede deberse a la dificultad en estandarizar a todos los sujetos de la misma forma. (12)

Para el Recto Femoral la correlación es débil, esto es debido a que algunos sujetos sí que presentaban una buena relación entre los test pero en los sujetos restantes la asociación era mala. Podemos achacar esta asociación débil a que nos encontramos a una muestra muy pequeña y en la que las diferencias entre la correlación de los test pueden deberse a este hecho, ya que cualquier variación en los resultados afecta de manera importante a la media. También puede deberse a que ocurre lo mismo que en el caso del Psoas-Iliaco para la rotación interna de la cadera, ya que en el caso del Recto Femoral la dificultad reside en controlar el movimiento de la pelvis en todos los sujetos. (12)

Además, esta asociación débil puede estar relacionada con errores en la medición con el goniómetro ya que resultaba complejo establecer de manera clara los grados de movilidad de manera exacta en comparación con otras herramientas de medición. Peeler et al. (2008) en su estudio con el goniómetro en el test de Thomas Modificado expresaron que a pesar de intentar cuidar al máximo todos los detalles en el procedimiento de medición (similar al de este estudio) obtuvieron resultados de una baja fiabilidad empleando esta herramienta. El goniómetro es el instrumento que se utiliza más clásicamente en clínica para registrar el rango de movimiento de las articulaciones (26), no obstante, posteriormente hay algunos estudios como el de Peeler et al. (2012) que han demostrado que hay métodos como la fotografía que mejoran la fiabilidad de las mediciones en el test de Thomas Modificado (27,28). Pero en el entorno clínico en el que este estudio se

encuadro no se utiliza con frecuencia este método principalmente por la falta de tiempo con los sujetos.

Es conveniente considerar que si la correlación se hubiese hecho con unos valores menos restrictivos para la cualificación del test de Thomas Modificado, la correlación entre los test sería diferente, ya que el valor que establece Magee (2002) como test de Thomas normal requiere para la rodilla 90° de flexión, lo que implica en este estudio que todos los sujetos que forman parte de él sean positivos en el test de Thomas Modificado. (39)

Se puede hablar de una correlación fuerte entre el test de Thomas Modificado en el que se mide la rotación externa de tibia y el test de Ober Modificado. Esto puede deberse a los criterios clínicos establecidos para el test de Thomas Modificado en el que consideramos positivo de acortamiento del Tensor de la Fascia Lata para la rotación externa de tibia a cualquier sujeto que la presente. Hay que tener en cuenta que si se hubiese establecido un valor menos restrictivo para considerar positivo en el test de Thomas Modificado la rotación externa de tibia, el valor de esta correlación podría verse reducido. Además, esta correlación fuerte se puede achacar también al empleo de la aplicación Clinometer previamente validada y que resulta fácil de emplear.

Es positiva la correlación entre la abducción de cadera en el test de Thomas Modificado que evalúa al Tensor de la Fascia Lata y al test de Ober Modificado, pero la correlación débil puede deberse a que consideramos como positivos en el test de Thomas Modificado aquellos sujetos que presentaban una abducción de cadera igual o mayor a 5°, si el criterio clínico establecido fuese simplemente presentar abducción de cadera (más restrictivo) como en la mayoría de los estudios similares la correlación sería más fuerte. Con carácter prospectivo es necesario tener en cuenta la posibilidad de establecer otros puntos de corte además de los establecidos para considerar como positivos o negativos los diferentes test.

Además, es oportuno comentar que se podría haber mejorado la estabilización de la pelvis durante la realización del test de Ober Modificado usando por ejemplo un balón de presión sobre la pelvis que está en contacto con la camilla para detener el movimiento del test antes de que se produzca una variación de presión en el balón, que podría ser detectada a través del

marcador de presión (se coloca una presión inicial de 40 mmHg y no puede ser superada por más de 5 mmHg, durante el test), lo que indicaría un movimiento pélvico. Utilizando esta herramienta se es mucho más preciso en la detección del movimiento pélvico (29).

No obstante, la mayoría de la bibliografía encontrada sobre el test de Ober Modificado no utiliza el balón de presión y describe la empleada en este estudio que es flexionando la rodilla que está en contacto con la camilla de 45°-90° para estabilizar la pelvis, además de la mano del fisioterapeuta sobre la pelvis para detectar cualquier movimiento. (14,30)

Parece ser que los músculos más acortados del equipo son los Tensores de la Fascia Lata de ambas caderas porque no cumplen los criterios clínicos establecidos según la bibliografía ya que no alcanzan los 20° de aducción pasiva de cadera. Esto se puede deber a que el músculo Tensor de la Fascia Lata y la cintilla iliotibial están más acortados en aquellos sujetos que hacen con cierta frecuencia movimientos repetidos de aducción y extensión de cadera, además es frecuente también en aquellos deportistas que efectúan deportes de fuerza, velocidad y cambios de ritmo como puede ser el fútbol (31). Le sigue el músculo Recto Femoral derecho e izquierdo que presentan unos datos estadísticos ligeramente superiores a los criterios clínicos establecidos para el Recto Femoral que es no alcanzar los 120° de flexión de rodilla. Para los músculos Psoas-Ilíaco derecho e izquierdo se presentan unos datos estadísticos que no indican acortamiento ya que cumplen con los criterios clínicos establecidos anteriormente: no alcanzar los 0° de extensión de cadera.

En cuanto a la movilidad fisiológica encontramos diferentes muestras en la bibliografía sobre los músculos de la cadera y el rango de movimiento de esta.

Para el músculo Psoas-Ilíaco no se encuentra bibliografía respecto a test que comprueben su movilidad fisiológica. No obstante, Vigotsky et al. (2016) presentan un artículo en el que establece que el test Modificado de Thomas no es un test valido sino se controla el movimiento lumbopélvico, y como nuestro test de movilidad fisiológica del Psoas-Ilíaco controla el movimiento lumbopélvico gracias a las fijaciones manuales e instrumentales además de la posición, vamos a usar este articulo como referencia para comparar los

resultados de este estudio con el de Vigotsky et al. (2016). La media del estudio de Vigotsky et al. (2016) en el que mide la verdadera extensión de cadera controlando lo mencionado anteriormente es de $3,5^{\circ}$ y una desviación típica de $9,2^{\circ}$ mientras que en este estudio la media es de $5,07^{\circ}$ y $1,24^{\circ}$ de desviación típica para el miembro inferior derecho, y de $5,20^{\circ}$ de media y $1,38^{\circ}$ de desviación típica para el miembro inferior izquierdo. (6)

Esta diferencia entre el estudio de Vigotsky et. al (2016) y este estudio pueden deberse a las diferencias de las características de la población de la muestra (nivel de actividad, edad, peso, etc.) y a la precisión de los instrumentos de medición, ya que en ese estudio se emplean herramientas de imagen sobre marcas que reflejan en diferentes segmentos corporales. (6)

Hamberg et al. (1993) realizaron un estudio en el que midió la flexibilidad del Recto Femoral utilizando el mismo procedimiento empleado en este estudio, sus datos sobre la flexión de rodilla fueron de $118,3^{\circ}$ de media y una desviación típica de $11,3^{\circ}$. En este estudio encontramos una media de la flexión de rodilla derecha de $121,67^{\circ}$ y una desviación típica de $11,55^{\circ}$, mientras que para la rodilla izquierda los datos son de una media de $122,07^{\circ}$ y una desviación típica de $9,27^{\circ}$. (12)

Esta pequeña diferencia puede deberse, como se ha mencionado anteriormente, a que es un estudio con una muestra más amplia (71 sujetos) y a que se incluye tanto mujeres como hombres y por lo tanto la muestra no es igual a la de este estudio. Además, las diferencias pueden deberse a que las mediciones en el estudio de Hamberg et al. (1993) se realizaron entre varios sujetos (incluyendo a varios fisioterapeutas, enfermeros y un técnico de rayos) y en este estudio solo participaron dos evaluadores. (12)

Además, uno de los métodos de recoger la medición era un goniómetro eléctrico y se controlaba la posición de la pelvis a través de Rayos-X, por lo que se reducía de una manera importante la probabilidad de que aparezcan errores en la medición ya que cualquier movimiento pélvico era controlado además de por la cincha y el cojín junto a las fijaciones manuales por la radiografía. De esta manera el procedimiento empleado en el estudio mencionado era mucho más preciso a la hora de registrar la medición y

detectar compensaciones (12). No obstante, no se recoge la frecuencia de entrenamientos de la población que forma parte del estudio y dado que nuestra muestra es de una población joven que practica actividad física durante 5-6 veces a la semana, este aspecto también se debe tener en cuenta para explicar las diferencias en la movilidad fisiológica del Recto Femoral entre los dos estudios. (32)

Respecto a las diferencias de la movilidad fisiológica del Tensor de la Fascia Lata y de la cintilla iliotibial entre este estudio que presenta una media de 11,8° de aducción realizando el test de Ober Modificado para la cadera derecha y de 10,93° para la cadera izquierda, podemos considerar que estas diferencias son amplias con respecto a otros estudios como son los que realizaron Wang et. al (2006), Ferber et al. (2010) y Reese et al. (2003) en el que median con diferentes instrumentos como el inclinómetro electrónico y la ultrasonografía la aducción de cadera en el test de Ober Modificado presentando resultados alejados de los resultados de este estudio ya que eran: 21,1°, 24,59° y 23° de media respectivamente (14,17,33).

Las diferencias que se presentan entre estos estudios con este pueden deberse a la diferencia de la muestra, a la falta de experiencia del examinador, a la falta de precisión para detectar cualquier compensación a nivel pélvico durante el test de Ober Modificado y a que en la muestra de este estudio la mayoría de los sujetos presentan acortamiento del Tensor de la Fascia Lata tanto en el test de Thomas Modificado como en el test de Ober Modificado.

Estas diferencias en los resultados pueden deberse a la metodología y al procedimiento, ya que como hemos considerado en el apartado de la metodología del estudio, las sesiones de medición se realizan siempre a la misma hora de la tarde, posterior a un protocolo de calentamiento y en sujetos que entrenan 5-6 veces a la semana (incluyendo partido). Hay que tener en cuenta que las herramientas de medición en este estudio son un goniómetro flexible de plástico que no se validó en comparación con las herramientas que usan otros estudios como los anteriores, que son mucho más precisas.

Uno de los objetivos del estudio del test de Thomas Modificado es ver si hay diferencias entre el miembro inferior dominante y no dominante. En resumen, y salvo alguna excepción como es el caso de la medición de la abducción de la cadera para el Tensor de la Fascia Lata, los resultados coinciden casi en su totalidad entre los dos miembros. Estos resultados fueron los esperados ya que no se esperaban encontrar grandes diferencias entre el miembro inferior dominante y el no dominante, fue considerado de tal forma ya que uno de los criterios de exclusión que se estableció fue que no tuvieran una lesión previa, porque si esta existiese podría afectar a esta comparación bilateral. Mosler et al. (2017) realizaron un estudio en una amplia muestra de futbolistas hombres profesionales, en los que midió la fuerza y el rango de movimiento de la cadera y concluyeron que la dominancia del miembro inferior no tiene relevancia clínica en los sujetos, ya que no se aprecian diferencias en el rango de movimiento de la cadera entre el miembro dominante y no dominante. (34)

Otro objetivo fue comparar las diferencias entre miembros, pero en este caso respecto a la movilidad fisiológica. La diferencia media para el Psoas-Iliaco fue de $1,2^{\circ}$, para el Recto Femoral de $6,93^{\circ}$ y de $2,38^{\circ}$ para el Tensor de la Fascia Lata. Estos resultados también fueron los esperados ya que se pensó que la mayor diferencia de grados entre los miembros sería para el Recto Femoral porque es el músculo que mayor movilidad presenta además de que el rango de movimiento de la rodilla es mucho más amplio que el de la cadera que implica al Psoas-Iliaco y al Tensor de la Fascia Lata.

Los resultados del test de Thomas Modificado para la cadera en este estudio son de $5,53^{\circ}$ de media para la cadera derecha y una desviación típica de $4,38^{\circ}$, mientras que para la cadera izquierda se obtuvieron $5,87^{\circ}$ de media y $4,51^{\circ}$ de desviación típica. Estos resultados comparados con un estudio similar de Vigotsky et al. (2015) en el que utiliza el test de Thomas Modificado antes y después de una intervención de Foam Rolling, obtiene unos resultados de $4,2^{\circ}$ de media y una desviación típica de $7,8^{\circ}$. Estos resultados son bastante parecidos y como hemos comentado en algún párrafo anterior sobre otro objetivo puede deberse a la diferencia en los instrumentos de medición. Los resultados para la flexión de rodilla están próximos ya que teniendo en cuenta las diferencias en la muestra y procedimientos antes de

la medición los resultados están próximos entre un estudio y otro, ya que en el estudio de Vigotsky et al. (2015) la media es de 51,5° y la desviación típica de 8,2°, y en este estudio los datos de media y desviación típica son de 58,07° y 7,12° para la rodilla derecha y para la rodilla izquierda de 57,73° de media y de 8,36° de desviación típica. (35)

Estos datos anteriores no son iguales pero sí que tienen cierta similitud con este estudio. Pero, en un estudio realizado por Peeler et al. (2008) la media del Recto Femoral en la muestra de hombres realizada por tres examinadores es de 47° y una desviación típica de 12°, estos datos están alejados de los datos de nuestra muestra. Como se explica en este mismo estudio que se ha mencionado, las diferencias pueden deberse a la colocación del paciente, a la localización de los puntos de referencia, los criterios clínicos para establecer si es positivo o negativo, la colocación del goniómetro en la articulación, así como el tamaño de la muestra y la diferencia en los métodos de evaluación estadística pueden explicar la variación de los resultados entre investigaciones similares. (27)

En un estudio realizado por Harvey et al. (1998) en deportistas de élite en el que evalúa los rangos de movimiento usando el test de Thomas Modificado encontramos datos bastante lejanos para la evaluación del Psoas-Iliaco con una de 11,91° y desviación típica de 5,57° y para la evaluación del Tensor de la Fascia Lata 15,57° de media y 3,97° de desviación típica, se podría deber esta diferencia en cuanto a los datos porque la muestra es muy distinta y porque el estudio está compuesto por deportistas de élite pero ninguno de ellos practica el fútbol. (11)

En cuanto a la comparación de datos con el Tensor de la Fascia Lata en su valoración de la rotación externa de tibia para el test de Thomas Modificado, encontramos una ausencia de datos sobre esto en la bibliografía, por lo que los datos no pueden ser debatidos y discutidos con otros estudios. Sin embargo, como se ha explicado antes, aparecen estudios en los que la rotación externa de tibia genera una variación en el espacio femorrotuliano, por lo que este test puede ser interesante para tener en cuenta en aquellos pacientes que presenten Síndrome Femorrotuliano (25,36)

Se cree conveniente remarcar que las diferencias entre estudios pueden deberse a cualquier variación que se produce durante el procedimiento de medición tanto en el sujeto como en el examinador que es muy difícil de corregir si el equipo de investigación es pequeño.

Limitaciones del estudio:

Aunque las correlaciones no permiten establecer relaciones causales, la principal limitación del estudio es que la muestra es pequeña y por tanto no podemos sacar datos concluyentes sobre los resultados obtenidos.

No obstante, la muestra iba a ser un poco más grande pero debido a la pandemia del covid-19 se quedó finalmente en 15 sujetos.

Los datos se recogieron en dos ocasiones para minimizar la falta de experiencia que puede tener el examinador, los datos se recogieron realizando la media entre dos mediciones en el mismo instante así por tanto se reduce el porcentaje de error en la medición. También hay que mencionar que el fisioterapeuta realizó sesiones de familiarización con los diferentes test para reducir la falta de experiencia en la medición.

Además, no se han podido incluir imágenes propias tanto del procedimiento como de las mediciones por el estado de alarma declarado en marzo, las cuales facilitarían la comprensión del estudio.

Sugerencias para futuros estudios:

A pesar de que los datos no pueden ser extrapolables ni concluyentes debido al tamaño de la muestra del estudio, se sugieren futuras investigaciones con estudios con muestras más amplias y que sean capaces de relacionar el test de Thomas Modificado con la movilidad fisiológica de los músculos implicados, siendo interesante estudiar los resultados obtenidos. Especialmente, sería interesante de estudiar el hallazgo de la rotación externa de la tibia en el test de Thomas Modificado con el test de Ober Modificado, ya que este aspecto además no ha sido medido en la bibliografía.

Además, hay que considerar para los próximos estudios la posibilidad de tener mayor tiempo con los sujetos que permitan introducir herramientas de medición más precisas como la fotografía.

Se sugiere también establecer criterios clínicos diferentes a los de este estudio para considerar como positivos o negativos a los diferentes test, ya que existirá la posibilidad de obtener correlaciones diferentes.

Implicaciones clínicas:

Una de las implicaciones clínicas para tener en cuenta en este estudio es que el test de Thomas Modificado es un test de triaje interesante para los músculos flexores de la cadera: Psoas-Ilíaco, Recto Femoral y Tensor de la Fascia Lata. Detectar tensión en estos puede relacionarse en un sujeto con una limitación de la hiperextensión en la marcha, con curvatura lumbar, dolor de espalda y disfunción en la rodilla. (7)

Otra de las implicaciones del estudio, que habría que confirmar con estudios de mayor muestra, es que en el caso del Recto Femoral los hallazgos encontrados en el test de Thomas Modificado serían discutibles y habría que realizar el test de movilidad fisiológica de este para confirmarlos. No obstante, en el caso del Tensor de la Fascia Lata la presencia de una mayor rotación externa femorotibial en el test de Thomas Modificado parece tener una correlación fuerte con la limitación del movimiento en el test de Ober Modificado.

Es otra implicación clínica, la importancia de disponer de un lugar físico con la garantía de que donde se recojan las muestras no puedan ser alterados los procesos de medición.

Conclusión

Como se ha mencionado anteriormente, el estudio de correlaciones no permite establecer relaciones causales. No obstante, los resultados obtenidos parecen indicar que la relación entre el test de Thomas Modificado y la movilidad fisiológica de los músculos implicados para el Psoas-Iliaco es fuerte de carácter negativo, para el Recto Femoral es débil y para el Tensor de la Fascia Lata en el aspecto de la abducción de cadera es también débil y en el de la rotación externa de tibia la asociación es fuerte.

Este estudio muestra que no existen diferencias relevantes respecto a la dominancia del miembro inferior en los resultados del test de Thomas Modificado.

Además, los resultados indican que los músculos más acortados del equipo de fútbol siguiendo los criterios clínicos establecidos parecen ser los Tensores de la Fascia Lata.

Bibliografía

1. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2015. Boletín Of del Estado [Internet]. 2015;25.
2. Univeristaria C. The importance of Screening. Florida Entomol. 2001;84(December):486-92.
3. Díaz-Escobar C, Ocaranza-Ozimica J, Díaz-Narváez VP, Utsman R. Confiabilidad de pruebas para flexibilidad en futbolistas jóvenes de un club profesional [Reliability of Flexibility Tests in Young Soccer Players From a Professional Club]. Apunt Educ Física y Deport. 2018;(131):80-94.
4. Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. Phys Ther Sport. 2015;16(2):107-13.
5. F. A, P. S de B, A. C, F. S. Pruebas angulares de estimacion de la flexibilidad isquiosural descripcion de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. Rev andaluza Med del Deport. 2011;4(2):77-83.
6. Vigotsky AD, Lehman GJ, Beardsley C, Contreras B, Chung B, Feser EH. The modified Thomas test is not a valid measure of hip extension unless pelvic tilt is controlled. PeerJ. 2016;2016(8):1-12.
7. Kim GM, Ha SM. Reliability of the modified thomas test using a lumbo-pelvic stabilization. J Phys Ther Sci. 2015;27(2):447.
8. Franz JR, Paylo KW, Dicharry J, Riley PO, Kerrigan DC. Changes in the coordination of hip and pelvis kinematics with mode of locomotion. Gait Posture. 2009;29(3):494-8.
9. Edwards WB, Taylor D, Rudolphi TJ, Gillette JC, Derrick TR. Effects of stride length and running mileage on a probabilistic stress fracture model. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(12):2177-84.

10. Gabbe BJ, Bennell KL, Finch CF. Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury? *J Sci Med Sport*. 2006;9(4):327-33.
11. D. H. Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test. *Br J Sports Med [Internet]*. 1998;32(1):68-70.
12. Hamberg J, Björklund M, Nordgren B, Sahlstedt B. Stretchability of the rectus femoris muscle: Investigation of validity and intratester reliability of two methods including x-ray analysis of pelvic tilt. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(3):263-70.
13. Peeler J, Anderson JE. Reliability of the Ely's test for assessing rectus femoris muscle flexibility and joint range of motion. *J Orthop Res*. 2008;26(6):793-9.
14. Reese NB, Bandy WD. Use of an inclinometer to measure flexibility of the iliotibial band using the Ober test and the modified Ober test: Differences in magnitude and reliability of measurements. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(6):326-30.
15. Melchione WE, Sullivan MS. Reliability of measurements obtained by use of an instrument designed to indirectly measure iliotibial band length. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18(3):511-5.
16. Puniello MS. Iliotibial band tightness and medial patellar glide in patients with patellofemoral dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;17(3):144-8.
17. Wang TG, Jan MH, Lin KH, Wang HK. Assessment of Stretching of the Iliotibial Tract With Ober and Modified Ober Tests: An Ultrasonographic Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(10):1407-11.
18. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 1: Range of motion and proprioception. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2011;15(1):114-24.
19. Lucha-López MO, Tricás-Moreno JM, Gaspar-Calvo E, Lucha-López AC, Vidal-Peracho C, Hidalgo-García C, et al. Relationship between knee

- alignment in asymptomatic subjects and flexibility of the main muscles that are functionally related to the knee. *J Int Med Res.* 2018;46(8):3065-77.
20. Hudson Z, Darthuy E. Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: A case-control study. *Man Ther [Internet].* 2009;14(2):147-51.
 21. Iyer KM. The knee joint. *Orthop Up Low Limb.* 2013;43(5):85-119.
 22. Rodriguez-Sanz J, Carrasco-Uribarren A, Cabanillas-Barea S, Hidalgo-Garcia C, Fanlo-Mazas P, Lucha-Lopez MO, et al. Validity and reliability of two Smartphone applications to measure the lower and upper cervical spine range of motion in subjects with chronic cervical pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019;32(4):619-27.
 23. Laur DJ, Anderson T, Geddes G, Crandall A, Pincivero DM. The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion. *J Sports Sci.* 2003;21(3):163-70.
 24. Kage V, Naidu S. Effect Of Iliotibial Band Stretching Versus Hamstrings And Abdominal Muscle Activation On A Positive Ober's Test In Subjects With Lumbopelvic Pain: A Randomized Clinical Trial. *Int J Ther Rehabil Res.* 2015;4(4):111.
 25. Park JH, Kang SY, Choung SD, Jeon HS, Kwon OY. Effects of tibial rotation on Ober's test and patellar tracking. *Knee.* 2016;23(4):600-3.
 26. Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting. Elbow and knee measurements. *Phys Ther.* 1983;63(10):1611-5.
 27. Peeler JD, Anderson JE. Reliability limits of the modified Thomas test for assessing rectus femoris muscle flexibility about the knee joint. *J Athl Train.* 2008;43(5):470-6.
 28. Peeler J, Leiter J. Using digital photography to document rectus femoris flexibility: A reliability study of the modified Thomas test. *Physiother Theory Pract.* 2013;29(4):319-27.
 29. Herrington L, Rivett N, Munro S. The relationship between patella

- position and length of the iliotibial band as assessed using Ober's test. *Man Ther.* 2006;11(3):182-6.
30. Gajdosik RL, Sandler MM, Marr HL. Influence of knee positions and gender on the Ober test for length of the iliotibial band. *Clin Biomech.* 2003;18(1):77-9.
 31. Bossy Langella M, Pedret Carballido C. Entesopatía del tensor de la fascia lata: A propósito de un caso en una tenista profesional. *Apunt Med l'Esport [Internet]*. 2013;48(178):77-80.
 32. Soares de Araújo CG. Flexitest: An Innovative Flexibility Assessment Method. *Physiother Canada.* 2005;57(04):315.
 33. Ferber R, Kendall KD, McElroy L. Normative and critical criteria for iliotibial band and iliopsoas muscle flexibility. *J Athl Train.* 2010;45(4):344-8.
 34. Mosler AB, Crossley KM, Thorborg K, Whiteley RJ, Weir A, Serner A, et al. Hip strength and range of motion: Normal values from a professional football league. *J Sci Med Sport [Internet]*. 2017;20(4):339-43.
 35. Vigotsky AD, Lehman GJ, Contreras B, Beardsley C, Chung B, Feser EH. Acute effects of anterior thigh foam rolling on hip angle, knee angle, and rectus femoris length in the modified Thomas test. *PeerJ.* 2015;2015(9):1-13.
 36. Luz BC, dos Santos AF, de Souza MC, de Oliveira Sato T, Nawoczenski DA, Serrão FV. Relationship between rearfoot, tibia and femur kinematics in runners with and without patellofemoral pain. *Gait Posture [Internet]*. 2018;61(May 2017):416-22.
 37. Evjenth O, Hamberg J. *Muscle Stretching in manual therapy.* 2nd ed. Alfta. Sweden: Alfta Rehab Forlag. 1988: 103-4.
 38. Cleland, J., Koppenhaver, S., SU, J., Netter, F. H., Machado, C. A. G. Y Craig, J. A. Netter, *exploración clínica en ortopedia.*
 39. Magee DJ: *Orthopedic physical assessment,* 4th ed. Philadelphia: Saunders, 2002, pp 607-660.

40. Tricás Moreno JM., Hidalgo-García C., Lucha-López O., Evjenth O. Estiramiento y autoestiramiento muscular en Fisioterapia OMT. Vol. I, Extremidades.
41. Norkin, C., White, D. J.: Goniometría: evaluación de la movilidad articular. Madrid, Marbán, 2006.
42. Altman DG. Practical statistics for medical research. Chapman and Hall ed. London; 1991.
43. Martínez R, Hernández MJ, Hernández MV. Psicometría. Madrid: Alianza; 2006.
44. Derrick TR, Hamill J, Caldwell GE. 1998. Energy absorption of impacts during running at various stride lengths. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30:128–135.
45. Kendall HO. Posture and Pain. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1953.
46. Clapis PA, Davis SM, Davis RO: Reliability of inclinometer and goniometric measurements of hip extension flexibility using the modified Thomas test. *Physiother Theory Pract*, 2008, 24: 135–141.

Anexos

Escala de Borg

The original Borg Scale Rating Perception of Effort (RPE)	
Rating	Perception of effort
6	
7	Very, very light
8	
9	Very light
10	
11	Fairly light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Very, very hard
20	

Consentimiento informado:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,, con DNI,

accedo a compartir mis datos personales de manera anónima para el trabajo de fin de grado de Jaime Vinacua Aínsa, con DNI 18174700P y le concedo permiso para la realización y difusión de este.

Así mismo, Jaime Vinacua Aínsa , autor del trabajo, se compromete a garantizar la confidencialidad del paciente en toda la extensión de este, ocultando tanto su rostro en las fotografías como sus datos filiales, de tal manera que si el trabajo es publicado en algún medio de divulgación científica o en la base de datos de la propia universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto de este estudio.

En Zaragoza ade.....de.....

Firma:

Test de Thomas Modificado:



Figura 1. Posición del test de Thomas Modificado. (Harvey, 1998)



Figura 2. Medición de la extensión de cadera en el test de Thomas Modificado con goniómetro. (Harvey, 1998)



Figura 3. Medición de la flexión de rodilla en el test de Thomas Modificado con goniómetro. (Harvey, 1998)



Figura 4. Medición de la abducción de cadera en el test de Thomas Modificado con goniómetro. (Harvey, 1998)