



## **Grado en Fisioterapia**

### **Trabajo Fin de Grado**

**Título:**

***Eficacia de distintos tipos de estiramientos  
en la recuperación muscular en jugadores  
de fútbol***

Alumno: Ángel David García Jiménez

Tutor: Néstor Pérez Mallada

**Madrid, abril de 2025**

# ÍNDICE

Índice de tablas: .....	2
Índice de gráficos .....	3
Índice de imágenes .....	4
Resumen.....	6
Abstract.....	7
1. Antecedentes y estado actual del tema: .....	8
2. Estrategia de búsqueda:.....	18
2.1. Términos empleados .....	18
2.2. Búsquedas.....	18
2.3 Flujograma.....	23
3. Objetivos .....	24
3.1. Objetivo general.....	24
3.2. Objetivos específicos .....	24
4. Hipótesis conceptual .....	25
5. Metodología .....	26
5.1. Diseño .....	26
5.2. Sujetos del estudio.....	27
5.3. Variables.....	32
5.4. Hipótesis operativa .....	35
5.5. Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis .....	36
5.6. Limitaciones del estudio.....	38
5.7. Equipo investigador .....	38
6. Plan de trabajo .....	39
6.1. Diseño de la intervención.....	39
6.2. Etapas de desarrollo .....	42
6.3. Distribución de tareas de todo el equipo investigador .....	43
6.4. Lugar de realización del proyecto .....	44
7. Referencias .....	46
8. Anexos .....	52
Anexo I: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica. ....	52
Anexo II: Hoja de información al participante del diseño del estudio .....	53
Anexo III: Hoja de recogida de datos personales del sujeto .....	56
Anexo IV: Consentimiento informado .....	57
Anexo V: Hoja de revocación.....	58
Anexo VI: Hoja de recogida de datos de las mediciones de las variables .....	59
Anexo VII: Hoja repositorio .....	60

## **Índice de tablas:**

Tabla 1: Glosario de términos .....	5
Tabla 2: Términos en español, DeCS, MeSH y libres .....	18
Tabla 3: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en PubMed .....	20
Tabla 4: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en Ebsco .....	21
Tabla 5: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en PEDro.....	22
Tabla 6: Obtención de la constante k.....	28
Tabla 7: Variables independientes .....	33
Tabla 8: Variables dependientes.....	33
Tabla 9: Etapas del trabajo y sus fechas correspondientes.....	42

## **Índice de gráficos**

Gráfico 1: Flujograma .....	23
Gráfico 2: Tamaño muestral de cada variable.....	31
Gráfico 3: Muestra total del estudio y la correspondiente a cada grupo .....	31

## **Índice de imágenes**

Imagen 1: Fórmula cálculo del tamaño muestral.....	28
Imagen 2: Cálculo tamaño de la muestra de Fuerza muscular.....	29
Imagen 3: Cálculo tamaño de la muestra de ROM de la articulación .....	30
Imagen 4: Cálculo tamaño de la muestra de Tiempo en aparecer la fatiga muscular.....	30
Imagen 5: Campo de fútbol Peñuelas .....	44
Imagen 6: UPC San Juan de Dios .....	45

## **Glosario de términos**

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
BS	Balistic stretching Estiramiento balístico
DS	Dinamic stretching Estiramiento dinámico
FIVM	Fuerza Isométrica Voluntaria Máxima
FR	Foam rolling
PNF	Proprioceptive neuromuscular facilitation Facilitación neuromuscular propioceptiva
ROM	Range of motion Rango de movimiento
SS	Static stretching Estiramiento estático
UPC	Universidad Pontificia Comillas

Tabla 1: Glosario de términos. Fuente: Elaboración propia

## **Resumen**

### **Antecedentes**

Las lesiones musculares en el fútbol han mostrado una tasa promedio de 8 por cada 1000 horas de exposición, lo que equivale a 50 lesiones por temporada en un equipo de 25 jugadores. Entre las lesiones deportivas más comunes, más del 12%, y que pueden causar una discapacidad significativa en los atletas, están las lesiones de isquiotibiales.

Los estiramientos dinámicos son beneficiosos si se realizan combinados con el calentamiento pre competición. Pero sobre los estiramientos estáticos y los de facilitación neuromuscular propioceptiva, realizados después de la actividad deportiva, hay muy poca evidencia que confirme su efecto y cual sería mejor en el caso de que fueran eficaces.

### **Objetivo principal**

Efectividad de 3 tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento.

### **Metodología**

Se hará un estudio analítico experimental con jugadores de fútbol sanos de la categoría senior primera aficionado de la Comunidad de Madrid que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. Se repartirán los sujetos de manera aleatoria en 3 grupos diferentes, cada uno de ellos realizará una intervención de estiramientos diferente.

Las variables serán la fuerza muscular medida con dinamómetro, el rango de movimiento articular medido con goniómetro digital y el tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular medida con dinamómetro.

Se realizarán 4 mediciones, una después del entrenamiento específico y pre-intervención, otra post-intervención, otra a los 5 minutos de terminar la intervención y la última a los 10 minutos de haber finalizado la intervención de estiramientos.

### **Palabras clave**

Fútbol

Estiramientos

Recuperación muscular

## **Abstract**

### **Background**

Muscle injuries in football have shown an average rate of 8 per every 1000 hours of exposure, which is equivalent to 50 injuries per season in a team of 25 players. Among the most common sports injuries, more than 12%, and which can cause significant disability in athletes, are hamstring injuries.

Dynamic stretching is beneficial if performed in combination with the pre-competition warm-up. However, regarding static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, when performed after sports activity, there is very little evidence confirming their effect and which one would be better in case they were effective.

### **Main objective**

Effectiveness of 3 types of stretching in muscle recovery in football players after performing the same training.

### **Methodology**

An analytical experimental study will be carried out with healthy football players from the senior first amateur category of the Community of Madrid who meet the inclusion and exclusion criteria. Subjects will be randomly distributed into 3 different groups, each of them will perform a different stretching intervention.

The variables will be muscle strength measured with a dynamometer, joint range of motion measured with a digital goniometer, and the time it takes for muscle fatigue to appear measured with a dynamometer.

Four measurements will be taken: one after the specific training and before the intervention, another one post-intervention, another one 5 minutes after finishing the intervention, and the last one 10 minutes after completing the stretching intervention.

### **Keywords**

Football

Stretching

Muscle recovery

## **1. Antecedentes y estado actual del tema:**

El fútbol es uno de los deportes de equipo más populares del mundo, con un número de jugadores que alcanza los 260 millones. Estudios epidemiológicos recientes en el fútbol han demostrado que la incidencia de lesiones deportivas (es decir, traumas y trastornos) en las extremidades inferiores es alta (representando el 67,3% de las lesiones en partidos y el 70,7% de las lesiones en entrenamientos) (1).

El fútbol es un deporte explosivo en el que los jugadores realizan acciones repetidas de alta intensidad, como aceleraciones y desaceleraciones súbitas, cambios de dirección, saltos y aterrizajes (2, 3).

Debido a las altas exigencias físicas de esta práctica, informes previos han mostrado una tasa promedio de lesiones de 8 por cada 1000 horas de exposición, lo que equivale a 50 lesiones por temporada en un equipo de 25 jugadores, causando una importante pérdida de tiempo de competencia para los jugadores (3).

Uno de los factores de riesgo de lesión en los futbolistas es la falta de fuerza y flexibilidad, ambos factores son esenciales para alcanzar un estado físico saludable, mejorar el rendimiento deportivo y reducir el riesgo de lesiones (4). Otros factores también importantes son, la fatiga o un desequilibrio de fuerza entre los músculos agonistas y antagonistas (5).

Entre las lesiones deportivas más comunes, representando más del 12% (6), y que pueden causar una discapacidad significativa en los atletas, están las lesiones de isquiotibiales (4, 7). Incluso las investigaciones han demostrado que las distensiones y posterior recaída, con una tasa de reincidencia del 22-34% (8), de esta musculatura han sido afecciones comunes que han dado lugar a dolor y rigidez en este músculo en la población general y atlética (9).

Los isquiotibiales, son la región más comúnmente lesionada en los jugadores de fútbol, que eso no quiere decir que sea la que más tiempo mantiene a las personas que practican este deporte alejadas del terreno de juego (10). En un equipo de fútbol, de cada 25 jugadores, 5 o 6 sufren una lesión de isquiotibiales por temporada (11). Se ha informado que la contracción excéntrica de los isquiotibiales durante la fase final del balanceo en la carrera, cuyo propósito es desacelerar la extensión de la rodilla, está asociada con este tipo de lesiones (8).

Prevenir este tipo de lesión es importante porque los jugadores lesionados no pueden participar en partidos ni entrenamientos durante un período prolongado, lo que resulta en una disminución de su rendimiento (6). Por ello, las pruebas funcionales y estrategias de prevención son de vital importancia para los jugadores y los clubes (3).

La flexibilidad de los isquiotibiales juega un papel fundamental en la prevención de lesiones, el equilibrio muscular, el mantenimiento del ROM completo articular, el funcionamiento óptimo del sistema musculoesquelético y el mejor rendimiento deportivo. Dado que los isquiotibiales no se utilizan de manera regular, tanto los atletas como los no atletas pueden no notar si tienen acortamiento muscular. Además, son bien conocidos por su gran tendencia a acortarse. La insuficiente extensibilidad de los isquiotibiales puede generar diversas lesiones musculoesqueléticas (12).

La falta de flexibilidad en la musculatura isquiotibial afecta a la movilidad de la pelvis y cadera lo que conlleva un cambio en la biomecánica de distribución de las cargas que soporta la columna vertebral. Debido a esto se crean limitaciones en la marcha y se hace susceptible a lesiones musculoesqueléticas (13).

En general, se considera que el desarrollo insuficiente de la amplitud de movimiento como consecuencia de una musculatura acortada es un factor que impide o dificulta el aprendizaje de determinadas habilidades motrices y el desarrollo o la aplicación de otras cualidades básicas motoras, como la fuerza, la coordinación, la velocidad y la resistencia (14). Se acepta en general que el aumento de la flexibilidad mejora el rendimiento deportivo. Atletas con un alto grado de flexibilidad, tradicionalmente, presentan un mejor dominio de los movimientos (13).

Estudios previos han indicado que un menor ROM en la flexión de cadera o la extensión de rodilla, medida antes de la temporada, está relacionada con un mayor riesgo de lesión por distensión de los isquiotibiales durante la temporada en futbolistas de élite masculinos (6). Se asume entonces, que una reducción en la flexibilidad muscular puede generar desequilibrios musculares y aumentar los factores de riesgo para este tipo de lesión (8).

Por lo tanto, la flexibilidad en los isquiotibiales es clave para prevenir desequilibrios musculares y posturales, mantener el ROM y asegurar un funcionamiento musculoesquelético óptimo. Además, es un aspecto relevante en fisioterapia (12, 15).

La fatiga muscular, puede ser definida como la incapacidad para seguir generando un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada, siendo una situación que se vive, se siente y que atletas o no experimentan. Su evaluación objetiva es fundamental tanto en el ámbito clínico como en el deportivo, especialmente en disciplinas como el fútbol, donde la fatiga se asocia a un mayor riesgo de lesión muscular, particularmente en los isquiotibiales (16).

La fatiga muscular es una reducción de la fuerza muscular voluntaria máxima inducida por el

ejercicio. Puede surgir no solo por cambios periféricos a nivel muscular, sino también porque el sistema nervioso central no impulsa adecuadamente las motoneuronas (17).

A pesar de que no existe un umbral único universal que defina la aparición de fatiga muscular, diversos estudios han propuesto criterios porcentuales de pérdida de fuerza que permiten establecer su presencia de forma fisiológicamente significativa. En general, se considera que una disminución de más del 15-20% en la fuerza isométrica máxima voluntaria (FIVM), medida con dinamómetro, es indicativa de fatiga moderada. Sin embargo, cuando la pérdida de fuerza supera el 25%, se habla de fatiga significativa, y descensos superiores al 40-50% pueden interpretarse como fatiga severa o agotamiento neuromuscular (18).

Según algunos estudios de electromiografía y fatiga muscular, los efectos fisiológicos de fatiga comienzan típicamente a los 15–30 segundos del comienzo de la FIVM, dependiendo del músculo y del sujeto, a los 20–30 segundos en músculos de miembro inferior como cuádriceps o isquiotibiales, siendo más rápida si hay fatiga previa o mala recuperación (19). En sujetos entrenados, según una revisión científica, una reducción del 20% en fuerza muscular o frecuencia medida con EMG, es decir una caída significativa del rendimiento, puede observarse entre los 20 y 35 segundos tras el comienzo de una FIVM en músculos grandes como cuádriceps o isquiotibiales (20).

El estiramiento es una forma de ejercicio físico en la que un músculo o tendón específico se flexiona o se estira deliberadamente. Es una técnica utilizada ampliamente por fisioterapeutas, entrenadores deportivos y científicos del deporte con el objetivo de mejorar el control muscular, la flexibilidad y el ROM, así como para reducir el dolor, prevenir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento en el deporte y la condición física general (8, 21, 22).

Si bien los estiramientos pueden ser muy útiles, pero si se realizan de forma incorrecta, pueden acabar siendo contraproducentes. Por esta razón, se debe de tener en cuenta ciertos aspectos a la hora de realizar cualquier tipo de estiramiento: detener si se siente dolor, no estirar si se tiene una lesión y no estirar demasiado tiempo porque podría debilitar los músculos, producido por un posible desequilibrio en el sistema neuromuscular (21).

El estiramiento muscular ha sido considerado como un método efectivo a la hora de prevenir lesiones en músculos y tendones como consecuencia de la actividad física, sin embargo, hasta ahora no se han encontrado pruebas concluyentes de que esto sea así. Realizaron un estudio en la armada en una gran cantidad de sujetos donde se intentó probar el efecto preventivo de los estiramientos en la aparición de lesiones musculares. El análisis de los resultados no mostró diferencias significativas alguna que hiciera pensar en los estiramientos

fueran una medida preventiva eficaz (14). El estudio controlado aleatorizado realizado con 1538 militares de la armada de Australia trata de investigar el efecto del estiramiento muscular durante el calentamiento con el riesgo de sufrir una lesión relacionada con el ejercicio en un seguimiento de 12 semanas. El grupo de estiramiento ( $n=735$ ) realiza una combinación de “jogging” y pasos laterales con estiramientos autoasistidos (20 segundos de duración por estiramiento) de gemelos, sóleo, isquiotibiales, cuádriceps, aductores de cadera y flexores de cadera de ambas extremidades, durante la fase de calentamiento previa al entrenamiento físico; y el grupo control ( $n=803$ ) solo realiza la “jogging” y pasos laterales sin estiramientos. Se registran 14 lesiones musculares en el grupo experimental por 21 del grupo control ( $HR = 0.67$ ). La conclusión del estudio es que un protocolo típico de estiramientos musculares pre-ejercicio produce una ligera reducción clínica en el riesgo de lesiones musculares (23).

Los estiramientos son considerados por algunos autores como una forma de acelerar la regeneración fisiológica tras la realización de una actividad física. En primer lugar, ¿qué entendemos por regeneración fisiológica?: Un sujeto se regenera cuando las reservas energéticas del sistema activado se recuperan, y los productos metabólicos nocivos de desecho se eliminan de tal forma que es posible una nueva carga de trabajo a un alto nivel de solicitud. Por ello, para analizar esta hipótesis, deberíamos estudiar la evolución de algunos de esos productos metabólicos y/u observar lo que ocurre en la evolución del nivel voluntario de activación muscular tras estiramientos. En relación con lo primero, uno de los desechos metabólicos más fácil de analizar en la fisiología deportiva es el lactato en sangre o plasma; demostrándose la invariabilidad en su ritmo de metabolización tras exponer al sujeto a estiramientos, encontrándose, muy al contrario, una negativa tendencia a su eliminación. En relación con el segundo modo de abordar esta hipótesis, se realizaron test de medida de la fuerza muscular isométrica y el grado de pérdida o mantenimiento de ésta tras estiramientos, no encontrando, igualmente, diferencias significativas que hicieran pensar en un efecto positivo de estos (14). Esta investigación determinó los efectos de un programa de estiramiento estático con diferentes protocolos de estiramiento sobre la flexibilidad y la resistencia pasiva de los isquiotibiales de adultos jóvenes. Cuarenta sujetos sanos (24 hombres y 16 mujeres) de entre 18 y 30 años fueron asignados aleatoriamente a uno de cuatro grupos. Los dos grupos de entrenamiento se sometieron a un entrenamiento de estiramiento estático de los isquiotibiales con un protocolo de cuatro semanas o con un protocolo de ocho semanas. Los otros dos grupos actuaron como grupos de control. Se encontró un aumento significativo en la flexibilidad de los isquiotibiales en ambos grupos de entrenamiento ( $P < 0,05$ ). No se encontraron diferencias en el rango de movimiento ganado entre los dos grupos de entrenamiento. Solo se demostró un aumento en la resistencia pasiva en el ángulo articular máximo correspondiente en el grupo de entrenamiento de cuatro semanas ( $P < 0,05$ ). Ambos

protocolos son efectivos en términos de mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales (24).

El estiramiento se realiza habitualmente durante el calentamiento para aumentar la flexibilidad articular (definida como la capacidad de mover una articulación a través de su rango completo de movimiento [ROM]), reducir la rigidez de la unidad músculo-tendinosa y optimizar el rendimiento (8). Sin embargo, el momento más importante para estirar es después del ejercicio, utilizando técnicas pasivas o activas para reducir la tensión muscular y la acumulación de ácido láctico, causante del dolor (21). Antes de la práctica deportiva se recomienda realizar estiramientos dinámicos (cortos e intensos), para así despertar la musculatura y prepararla para el ejercicio. Para después de la práctica deportiva se recomienda realizar estiramientos estáticos (prolongados y suaves), para conseguir relajación en sus fibras y ayudar a un mejor descanso y recuperación (25).

Aunque los estiramientos se han usado tradicionalmente para prevenir lesiones, algunos estudios sugieren que el estiramiento, en combinación con otros métodos como la pliometría y la propiocepción, puede ser beneficioso, pero hay controversia sobre su efectividad real (1).

Existen varias técnicas de estiramiento, como el estiramiento estático (SS), el estiramiento dinámico (DS), el estiramiento balístico (BS) y la facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) (8, 26).

En cuanto al DS, el cual se recomienda realizarlo antes del ejercicio, junto con el calentamiento, para aumentar el flujo sanguíneo en las articulaciones y los músculos, y la temperatura muscular (21), las extremidades se mueven a través de su ROM activo mediante la contracción de los músculos antagonistas sin realizar rebotes, ha demostrado mejorar la fuerza muscular, la potencia muscular, el tiempo de sprint y el rendimiento en el salto vertical (27). Los efectos del DS en las mediciones de fuerza frente a potencia se han realizado utilizando movimientos isométricos o más lentos y dinámicos (extensiones de piernas, sentadillas...); por lo tanto, la velocidad de movimiento de la prueba no siempre se corresponde con la velocidad de movimiento de DS. El análisis de datos reveló pequeños cambios ponderados para los rendimientos basados en la fuerza (18 medidas) y las pruebas basadas en la potencia (51 medidas). Se observaron mejoras medias moderadas del 2,1 % para los rendimientos de salto (34 medidas), mientras que las acciones repetitivas como correr o esprintar o la agilidad (17 medidas) mostraron una pequeña mejora del 1,4 %. La frecuencia de estiramiento (es decir, el número de movimientos dinámicos por unidad de tiempo) y el ROM de los estiramientos también pueden influir en el efecto del DS. Las frecuencias más altas de DS pueden aumentar la excitación aferente del reflejo del huso de las neuronas motoras y pueden afectar teóricamente el rendimiento posterior. Un estudio informó que los

balanceos dinámicos de piernas a 100 repeticiones/minuto dieron como resultado alturas de salto con contramovimiento y salto con caída significativamente mayores (6,7%–9,1%) que las actividades de DS a 50 repeticiones/minuto. Sin embargo, incluso el DS de menor frecuencia obtuvo un rendimiento de salto significativamente mayor en un 3,6% que en una condición sin estiramiento. Estudios que combinan ritmos lentos y rápidos de movimientos dinámicos en la misma rutina de preactividad han informado mejoras significativas en la altura del salto vertical, torque excéntrico y concéntrico de isquiotibiales y cuádriceps (~7%–15%), y potencia de extensión de piernas (10,1%) (28).

Dado que las rutinas de estiramiento suelen realizarse entre 15 y 60 minutos antes de la competición o el ejercicio, es importante no solo aclarar el efecto del DS sobre la rigidez de la unidad músculo-tendinosa y la tolerancia al estiramiento, sino también investigar la duración de estos efectos en el tiempo (8).

El DS ha demostrado mejorar la fuerza muscular, la potencia y el rendimiento en pruebas como el sprint y el salto vertical. Si bien se ha informado que el DS mejora el ROM articular, los estudios han reportado resultados contradictorios sobre su efecto en la rigidez de la unidad músculo-tendinosa. Además, se ha sugerido que la mejora en el ROM observada tras el DS se debe más a un aumento en la tolerancia al estiramiento que a una reducción de la rigidez músculo-tendinosa (8).

Un estudio comparó el impacto del DS con el calentamiento general y encontró que el DS mejoraba el rendimiento en carreras de resistencia, medido por el tiempo hasta el agotamiento corriendo en cinta al 90% de VO<sub>2</sub> máx. en un 16.8%. Sin embargo, otro estudio mostró que el mismo calentamiento general combinado con el mismo estiramiento dinámico del estudio anterior perjudicó el rendimiento en la carrera de resistencia en un 15.8% en comparación con el calentamiento general por sí solo (29).

En relación con otras formas de estiramiento, como el propioceptivo y el balístico, hay pocas investigaciones sobre su impacto en el rendimiento muscular. Esto se debe a que son técnicas poco utilizadas en la práctica clínica (30).

El BS (subtipo del DS), en el que se realizan movimientos rápidos y alternantes a lo largo del ROM máximo, se refiere básicamente al DS con mayor intensidad (26). Hay pocos estudios que analicen el impacto del BS en el rendimiento muscular. Esto se debe a que son técnicas poco utilizadas en la práctica clínica (30).

Por otro lado, el estiramiento por pre-contracción, que incluye principalmente la PNF, caracterizada por la contracción isométrica del músculo que se está estirando o su

antagonista, para lograr la inhibición de los reflejos del estiramiento, antes de realizar un SS (26, 30). Algunos estudios de revisión han demostrado que el PNF tiende a afectar negativamente el rendimiento en fuerza y potencia muscular (30), y otros estudios han afirmado que el PNF, sí es eficaz para mejorar el rendimiento muscular (27).

De todos los estiramientos mencionados, el SS, que consiste en mantener el músculo objetivo en una posición alargada durante un tiempo determinado, es el más utilizado debido a sus efectos beneficiosos en la reducción de la rigidez músculo-tendinosa y el aumento de la tolerancia al estiramiento (8, 26), y considerado el más seguro, ya que tiene un menor riesgo de lesiones (12, 14). Técnicas como el SS ha sido estudiada para mejorar el dolor y la movilidad. (22)

A pesar de que se consideró eficaz durante mucho tiempo, revisiones recientes han demostrado que el SS antes del entrenamiento puede reducir el rendimiento en saltos y sprints, además de la fuerza, potencia y estabilidad postural (30, 31).

Aunque puede reducir la rigidez pasiva y aumentar el ROM, hay poca evidencia de que prevenga lesiones o mejore el rendimiento deportivo (30). Un meta-análisis con 26.610 participantes y 3.464 lesiones, hizo una estimación del efecto global sobre la prevención de lesiones, y está fue heterogénea. Para analizar los datos usaron el riesgo relativo o “Relative Risk” (RR), siendo este una medida estadística que compara el riesgo de que ocurra un suceso, como una lesión, entre dos grupos diferentes, si RR = 1, no hay diferencia de riesgo entre los grupos, si RR > 1, el grupo expuesto tiene mayor riesgo, y si RR < 1, el grupo expuesto tiene menor riesgo (32). Los análisis de exposición estratificada no demostraron ningún efecto beneficioso para el estiramiento (RR 0,963 [0,846-1,095]), mientras que los estudios con exposiciones múltiples (RR 0,655 [0,520-0,826]), el entrenamiento de propiocepción (RR 0,550 [0,347-0,869]) y el entrenamiento de fuerza (RR 0,315 [0,207-0,480]) mostraron una tendencia hacia el aumento del efecto. Tanto las lesiones agudas (RR 0,647 [0,502-0,836]) como las lesiones por sobreuso (RR 0,527 [0,373-0,746]) podrían reducirse mediante programas de actividad física. Concluyendo así que el estiramiento no reduce el riesgo de lesiones deportivas (33).

El ROM puede estar limitado por factores articulares y musculares. Estudios han indicado que el SS aislado con duración prolongada (>60 s por grupo muscular) puede mejorar el ROM pero afectar la fuerza y potencia muscular (30). Cuando se realiza de forma aislada y por más de 60 segundos, puede inducir deterioro en fuerza, potencia y rendimiento en sprint, aunque mejora el ROM (34). Un estudio de entrenamiento independiente con 12 sujetos ( $21,9 \pm 2,1$  años,  $1,77 \pm 0,11$  m  $79,8 \pm 12,4$  kg) incluyó un programa de entrenamiento de flexibilidad de

cuatro semanas, cinco días a la semana, que incluyó SS de cuádriceps, isquiotibiales y flexores plantares tres veces cada uno durante 30 segundos con 30 segundos de recuperación. Las pruebas previas y posteriores al entrenamiento incluyeron ROM, así como fuerza de contracción isométrica voluntaria máxima de flexión y extensión de rodilla, realizadas antes y después de un episodio agudo de estiramiento. El SS provocó deterioros significativos en la fuerza isométrica de extensión de rodilla (-6,1 % a -8,2 %;  $p < 0,05$ ) y flexión (-6,6 % a -10,7 %;  $p < 0,05$ ) (4, 35). Sin embargo, sesiones cortas de SS ( $\leq 60$  s por grupo muscular) generan una pérdida mínima de (FIVM) de flexión y extensión de rodilla del 1-2% (36).

Volúmenes de estiramiento menores a 60 segundos y con intensidad submáxima no parecen afectar el rendimiento en fuerza y potencia muscular. Además, si se combina con ejercicios aeróbicos, los efectos negativos pueden reducirse. Sin embargo, un estudio mostró que el SS podría inhibir los beneficios del calentamiento aeróbico (30).

En cuanto al ROM, varios estudios han evaluado el cambio agudo en el ROM de tobillo debido al SS. En una revisión sistemática reciente informaron un aumento del 4.3% en el ROM de dorsiflexión después de que cadetes de policía completaran cuatro series de 30 segundos de SS, registraron un incremento agudo del 16.4% en el ROM de dorsiflexión tras cinco series de 60 segundos de SS en hombres activos recreativamente, con la evaluación del ángulo máximo de dorsiflexión después de cada serie reportaron un aumento del 30.7% en el ROM de dorsiflexión tras cinco series de 60 segundos de SS. Por lo tanto, la variación aguda en el ROM de dorsiflexión podría estar influenciada por la intensidad y la duración del estiramiento (37).

En cuanto a la mejora de la flexibilidad muscular, numerosos estudios han reportado los efectos agudos y a largo plazo de la intervención mediante SS en los isquiotibiales para aumentar el ROM y reducir la rigidez pasiva de la unidad musculotendinosa. Un estudio reciente mostró que una intervención de SS de 4 semanas redujo la rigidez musculotendinosa de los isquiotibiales (34, 37). Por esta razón, el SS se utiliza con frecuencia para prevenir la lesión por distensión de los isquiotibiales (6).

Existen diferentes tipos de SS para los isquiotibiales, como la flexión pasiva de cadera con la rodilla en extensión completa (elevación de pierna recta), la extensión pasiva de rodilla con la cadera en flexión de 90° en posición supina, y la flexión activa del tronco con la rodilla en extensión completa y el pie apoyado en una cama o camilla en posición de pie (6).

Investigaciones previas han demostrado que el SS puede provocar una pérdida de fuerza, lo

que genera preocupación en su aplicación en programas de rehabilitación y entrenamiento. Aunque pocos estudios han analizado sus efectos crónicos en la fuerza muscular, algunos reportaron mejoras en la fuerza y el rendimiento tras 10 semanas de SS, mientras que otros no encontraron cambios significativos en la fuerza isocinética e isométrica. La inconsistencia en los resultados podría deberse a diferencias en la duración, intensidad o tipo de contracción muscular evaluada (38).

Solo dos estudios han examinado si el SS reduce la rigidez musculotendinosa. Uno no halló cambios significativos, mientras que otro informó una disminución tras 4 semanas de SS, asociado con el aumento de la fuerza muscular. La falta de consenso podría deberse a variaciones metodológicas (38).

Se han realizado pocas investigaciones sobre cómo el estiramiento afecta la resistencia muscular. Aunque hay revisiones sistemáticas sobre el tema, aún no hay consenso sobre las variables de aplicación de cada subtipo de estiramiento (30).

Algunos investigadores quisieron añadir otras técnicas para complementar y ayudar a incrementar el efecto de los estiramientos, como es el ejemplo del “foam Rolling” (FR), el cual ha ganado popularidad como método complementario para mejorar el ROM. Estudios han reportado aumentos del 4% al 11% en dorsiflexión de tobillo con diferentes protocolos de FR. Sin embargo, los efectos a largo plazo son contradictorios, ya que algunos estudios encontraron mejoras en la flexión de tronco tras 4 semanas de FR, mientras que otros no hallaron cambios en la flexibilidad de isquiotibiales y cuádriceps (37).

Se ha estudiado la combinación de FR y SS, encontrando que el FR previo al SS aumenta el ROM en mayor medida que el SS solo. Sin embargo, otros estudios no han encontrado un beneficio adicional en la flexión de cadera y rodilla, lo que sugiere que el efecto sinérgico depende de la musculatura trabajada (37).

Las investigaciones sobre lesiones son esenciales para identificar los mecanismos y factores de riesgo de las lesiones, incluso en el fútbol. No obstante, pocos estudios han examinado los cambios en las tasas de lesiones en el fútbol debido a intervenciones de fisioterapeutas (1).

Incluir SS, DS, BS y PNF ha reducido el riesgo de lesión, aumentado el ROM y mejorado la activación neuromuscular (39).

Sin embargo, se han planteado preocupaciones sobre el SS y el PNF, ya que pueden reducir la fuerza muscular, la potencia muscular, el número máximo de repeticiones y el rendimiento en el salto vertical. En particular, si el SS se realiza durante un período prolongado y de forma

aislada, puede producir deterioros en la fuerza y en el rendimiento muscular. Sin embargo, cuando se realiza durante el tiempo adecuado y dentro de una rutina completa de calentamiento, estos efectos negativos son insignificantes (8).

En la actualidad, no se han encontrado estudios científicos que hayan determinado de forma unánime los efectos de un programa de entrenamiento de la flexibilidad utilizando la técnica de la FNP comparados con programas de SS pasivo en una población juvenil de deportistas. No se ha establecido cuál es la más eficaz de ambas para realizar un trabajo de estiramientos en términos de frecuencia, número de repeticiones y duración del estiramiento, ya que cada estudio emplea diferentes protocolos con el objetivo de validarlos particularmente (40).

## **2. Estrategia de búsqueda:**

### **2.1. Términos empleados**

Los términos utilizados han sido obtenidos de las páginas DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings), mientras que los que no han sido sacados de ninguna página web, con el objetivo de que la búsqueda no sea tan objetiva en ciertos términos, se denominan términos libres. Los términos obtenidos de DeCS y MeSH son utilizados para hacer búsquedas en diferentes idiomas más específicas en cuanto al término utilizado.

Término en español	DeCS	MeSH	Término libre
Fútbol	“Soccer or Football”	“Soccer”	
Fisioterapia	“Physical Therapy Modalities or Physiotherapy”	“Physical Therapy Modalities”	“Physiotherapy” “Physical therapy”
Estiramientos	“Muscle Stretching Exercises”	“Muscle Stretching Exercises”	“Stretching”
Tipos			“Types”
Músculo esquelético	“Muscle, Skeletal”	“Muscle, Skeletal”	
Miembros inferiores	“Lower Extremity or Lower limb or Leg”	“Lower Extremity”	“Leg” “Lower limb” “Lower extremities”
Fuerza	“Muscle Strength”	“Muscle Strength”	
Fatiga	“Muscle Fatigue”	“Muscle Fatigue”	
Rango de movimiento	“Range of Motion, Articular”	“Range of Motion, Articular”	

Tabla 2: Términos en español, DeCS, MeSH y libres. Fuente: Elaboración propia

### **2.2. Búsquedas**

Las bases de datos usadas para la búsqueda de artículos fueron: PubMed, Ebsco y PEDro. En todas estas búsquedas se utilizó el filtro: “Artículos publicados en los últimos 5 años”, para reducir el número de búsquedas y que estas sean lo más actuales posibles. También se utilizaron más filtros dependiendo de la base de datos utilizada para que la búsqueda se centrara más en el tema elegido. Además para que en las búsquedas salieran todos los términos puestos, se añadieron todas ellas en el buscador con el término booleano “AND”.

### **Seleccionadas de PubMed:**

Estas búsquedas son realizadas en la base de datos PubMed. Las tres primeras fueron obtenidas mediante la utilización de términos MeSH y la última búsqueda con términos libres. En todas ellas se aplicaron los siguientes filtros: “Artículos publicados en los últimos 5 años”, “Ensayos clínicos” y “Hombres”.

**Búsqueda 1:** (“Physical Therapy Modalities” [Mesh]) AND (“Muscle Stretching Exercises” [Mesh]) AND (“Lower Extremity” [Mesh]) AND (“Range of Motion, Articular” [Mesh]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años, sexo de los participantes masculino y que todos los artículos sean ensayos clínicos.

**Búsqueda 2:** (“Physical Therapy Modalities” [Mesh]) AND (“Muscle Stretching Exercises” [Mesh]) AND (“Lower Extremity” [Mesh]) AND (“Muscle Fatigue” [Mesh]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años y que todos los artículos sean ensayos clínicos.

**Búsqueda 3:** (“Physical Therapy Modalities” [Mesh]) AND (“Muscle Stretching Exercises” [Mesh]) AND (“Lower Extremity” [Mesh]) AND (“Muscle Strength” [Mesh]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años, sexo de los participantes masculino y que todos los artículos sean ensayos clínicos.

**Búsqueda 4:** (“Stretching” [Término libre]) AND (“Types” [Término libre]) AND (((“Leg” [Término libre]) OR (“Lower limb” [Término libre])) OR (“Lower extremities” [Término libre])) AND (((“Physiotherapy” [Término libre]) OR (“Physical therapy” [Término libre])).

**Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años, sexo de los participantes masculino y que todos los artículos sean ensayos clínicos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos utilizados
Búsqueda 1 PubMed	“Physical Therapy Modalities” AND “Muscle Stretching Exercises” AND “Lower Extremity” AND “Range of Motion, Articular”	188	17
Búsqueda 2 PubMed	“Physical Therapy Modalities” AND “Muscle Stretching Exercises” AND “Lower Extremity” AND “Muscle Fatigue”	14	1

Búsqueda 3 PubMed	"Physical Therapy Modalities" AND "Muscle Stretching Exercises" AND "Lower Extremity" AND "Muscle Strength"	91	5
Búsqueda 4 PubMed	"Stretching" AND "Types" AND "Leg or lower limb or lower extremities" AND "Physiotherapy or physical therapy"	67	4
<b>TOTAL</b>		<b>360</b>	<b>27</b>

Tabla 3: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en PubMed. Fuente: Elaboración propia

### Seleccionadas de Ebsco:

Estas búsquedas son realizadas en la base de datos Ebsco. Las tres primeras fueron obtenidas mediante la utilización de términos DeCS y la última búsqueda con términos libres. En todas ellas se aplicó el siguiente filtro: "Artículos publicados en los últimos 5 años".

**Búsqueda 1:** ("Physical Therapy Modalities" [MeSH]) AND ("Muscle Stretching Exercises" [MeSH]) AND ("Lower Extremity" [MeSH]) AND ("Range of Motion, Articular" [MeSH]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años.

**Búsqueda 2:** ("Physical Therapy Modalities" [MeSH]) AND ("Muscle Stretching Exercises" [MeSH]) AND ("Lower Extremity" [MeSH]) AND ("Muscle Fatigue" [MeSH]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años.

**Búsqueda 3:** ("Physical Therapy Modalities" [MeSH]) AND ("Muscle Stretching Exercises" [MeSH]) AND ("Lower Extremity" [MeSH]) AND ("Muscle Strength" [MeSH]). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años.

**Búsqueda 4:** ("Stretching" [Término libre]) AND ("Types" [Término libre]) AND (((("Leg" [Término libre]) OR "Lower limb" [Término libre]) OR "Lower extremities" [Término libre]) AND (((("Physiotherapy" [Término libre]) OR "Physical therapy" [Término libre])).

**Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años.

<b>Base de datos</b>	<b>Estrategia de búsqueda</b>	<b>Artículos encontrados</b>	<b>Artículos utilizados</b>
Búsqueda 1 Ebsco	“Physical Therapy Modalities” AND “Muscle Stretching Exercises” AND “Lower Extremity” AND “Range of Motion, Articular”	81	18
Búsqueda 2 Ebsco	“Physical Therapy Modalities” AND “Muscle Stretching Exercises” AND “Lower Extremity” AND “Muscle Fatigue”	11	4
Búsqueda 3 Ebsco	“Physical Therapy Modalities” AND “Muscle Stretching Exercises” AND “Lower Extremity” AND “Muscle Strength”	153	35
Búsqueda 4 Ebsco	“Stretching” AND “Types” AND “Leg or lower limb or lower extremities” AND “Physiotherapy or physical therapy”	206	49
<b>TOTAL</b>		<b>451</b>	<b>106</b>

Tabla 4: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en Ebsco. Fuente: Elaboración propia

#### Seleccionadas de PEDro:

Esta búsqueda es realizada en la base de datos PEDro. Para ellos se utilizaron los términos ofrecidos por esta base de datos y se aplicaron los siguientes filtros: “Artículos publicados en los últimos 5 años” y “Ensayos clínicos”, para reducir y que sea más específica la búsqueda, dado que no se pueden añadir términos libres o de alguna otra página.

**Búsqueda 1:** (“Stretching, Mobilisation, Manipulation, Massage”) AND (“Muscle shortening, Reduced joint compliance”) AND (“Lower leg or knee”) AND (“Musculoskeletal”). **Filtros utilizados:** artículos publicados en los últimos 5 años y que todos los artículos sean ensayos clínicos.

<b>Base de datos</b>	<b>Estrategia de búsqueda</b>	<b>Artículos encontrados</b>	<b>Artículos utilizados</b>
Búsqueda 1 PEDro	Therapy: "stretching, mobilisation, manipulation, massage". Problem: "muscle shortening, reduced joint compliance". Body Part: "Lower leg or knee". Subdiscipline: "musculoskeletal". Topic: "(no appropriate value in this field)". Method: "clinical trial". Published since: "2019". Return: "20". When searching: "match all search terms (AND)" .	55	18
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>18</b>	

Tabla 5: Estrategia de búsqueda y artículos encontrados en PEDro. Fuente: Elaboración propia

#### **Seleccionados manualmente y por un experto:**

Estas búsquedas se han obtenido de manera manual en el buscador de Google. Encontrando así 28 referencias de 28 artículos utilizados en el estudio.

También se añadió 2 artículos, los cuales fueron entregados por un experto.

**Total artículos encontrados: 866**

**Artículos después de usar los filtros: 151**

**Artículos después de eliminar los duplicados: 125**

**Artículos después de leer los títulos y abstract: 21**

**Artículos totales después de añadir los buscados manualmente y los entregados por un experto: 51**

## 2.3 Flujograma

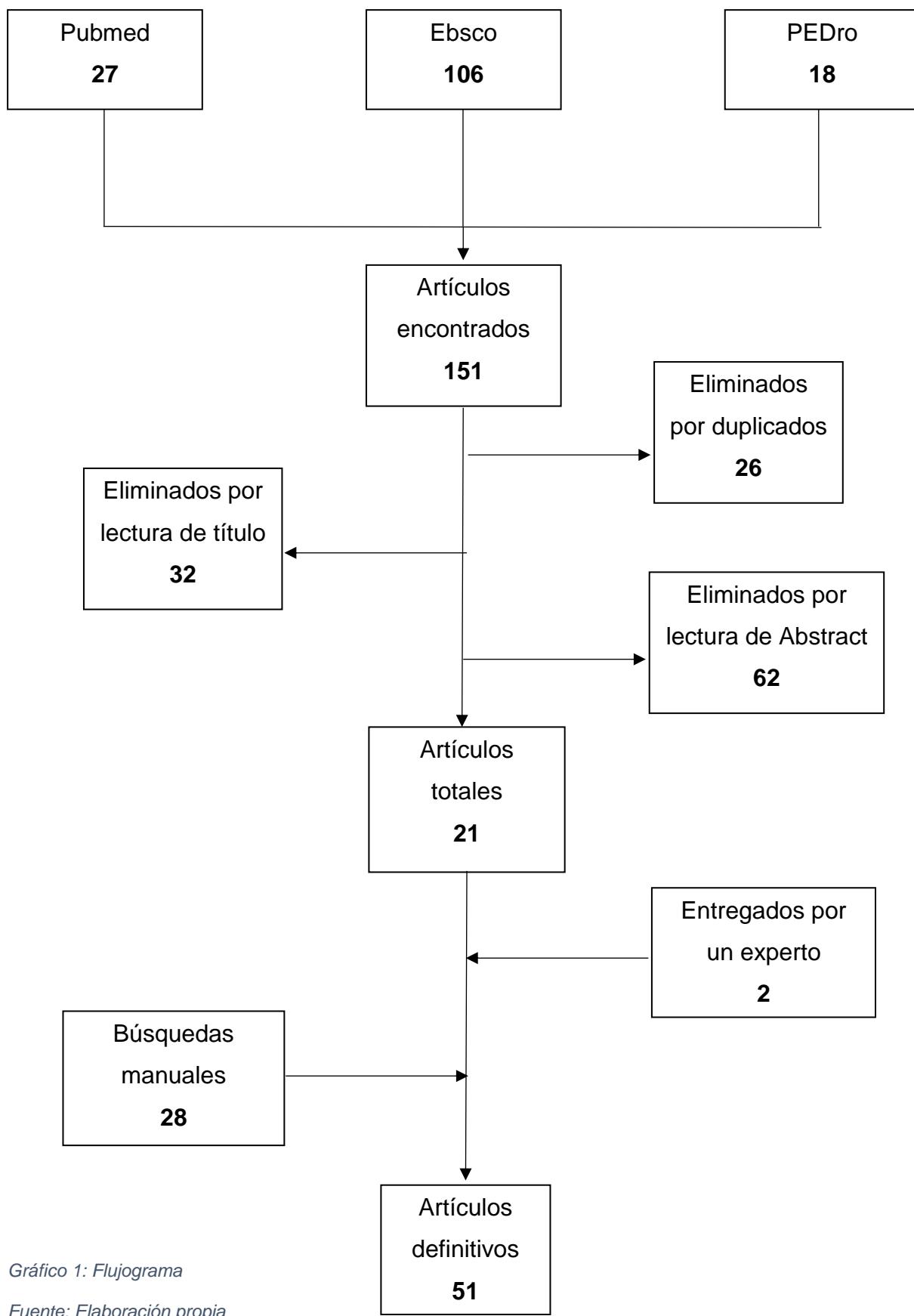


Gráfico 1: Flujograma

Fuente: Elaboración propia

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Efectividad de 3 tipos de estiramientos (SS, PNF por contracción de agonistas y PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) en la recuperación muscular en jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Efectividad de 3 tipos de estiramientos (SS, PNF por contracción de agonistas y PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) en la recuperación muscular en jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento en la variación de la fuerza muscular.
- Efectividad de 3 tipos de estiramientos (SS, PNF por contracción de agonistas y PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) en la recuperación muscular en jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento en la variación del rango de movimiento articular.
- Efectividad de 3 tipos de estiramientos (SS, PNF por contracción de agonistas y PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) en la recuperación muscular en jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento en la variación de la fatiga muscular.

#### **4. Hipótesis conceptual**

El estiramiento de PNF por contracción de agonista es más efectivo que el SS y que el estiramiento de PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas en la recuperación muscular de jugadores de fútbol después de realizar el mismo entrenamiento en cuanto al aumento de fuerza muscular, el aumento del rango de movimiento articular y en la disminución de la aparición de la fatiga muscular.

## **5. Metodología**

### **5.1. Diseño**

Se va a hacer un estudio analítico experimental formado por 3 grupos de sujetos seleccionados aleatoriamente y se les realizará una intervención, de tipo prospectivo longitudinal, compuesto por 12 tomas de información, 4 por cada grupo, y con un simple ciego del evaluador-analista, que es la misma persona y no conoce a qué grupo pertenece cada sujeto, con el objetivo de evitar o reducir posibles sesgos. Este diseño de estudio ha sido elegido para comparar la efectividad de 3 tipos diferentes de estiramientos de isquiotibiales en la recuperación muscular de futbolistas sanos. Se realizarán 4 mediciones de las 3 variables dependientes, una después del entrenamiento específico y antes de realizar la intervención (pre-estiramiento), otra justo después de terminar la intervención (post-estiramiento), otra a los 5 minutos de haber terminado la intervención (5' post-estiramiento) y la última 10 minutos después de haber finalizado la intervención (10' post-estiramiento). El objetivo es que los resultados obtenidos puedan ser extrapolables a la población que juega al fútbol o está en un equipo de fútbol para así prevenir un mayor número de lesiones musculares.

Los sujetos del estudio se dividirán en 3 grupos de manera aleatorizada:

El grupo 1 (grupo control) recibirá el SS, ya que es el estiramiento más común y el más realizado, en concreto el estiramiento pasivo tipo I.

El grupo 2 (grupo experimental) recibirá el estiramiento PNF por contracción de agonista, en concreto el estiramiento sostén relajación.

El grupo 3 (grupo experimental) recibirá el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas, en concreto el estiramiento sostén relajación + contracción de antagonistas.

El estudio sigue en todo momento los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos que se declararon en Helsinki en el año 1964 por la Asamblea Médica Mundial, con el propósito de regular la ética en la investigación clínica, basándose en la integridad moral y las responsabilidades del médico.

Este proyecto de investigación, además, debe ser evaluado por un Comité Ético de

Investigación Clínica, y será necesaria su aprobación, por lo que se deberá solicitar (Anexo I).

Para poder formar parte del estudio, los sujetos participantes en primer lugar deberán ser informados de los objetivos, métodos, beneficios previstos y peligros potenciales del estudio y de las molestias que dicha investigación pueda ocasionar, para ello, se entregará una hoja de información al paciente (Anexo II), donde quedará reflejado el diseño de estudio que se va a seguir. Deberán ser informados también, de que son libres de abstenerse a participar en el estudio, y de retirar su consentimiento a participar en cualquier momento y por el motivo que fuese, aquel sujeto que una vez ya haya comenzado con el estudio y decida abandonarlo, podrá hacerlo sin ningún tipo de repercusión, siempre y cuando haya llenado y firmado la hoja de revocación (Anexo V), entregada junto con las demás hojas a llenar. Una vez se hayan decidido a participar en el proyecto, se entregará una hoja a esos sujetos (Anexo III), que deberán llenar con sus datos personales y que les asignará un código de identificación, que les permitirá mantener en todo momento el anonimato, también deberán anotar el número del grupo en el que hayan sido asignados, el cual habrán elegido ellos previamente de manera aleatoria (en ningún momento se realizarán publicaciones de ningún tipo de información personal de todo aquel sujeto que decida participar en el proyecto). Por último, se entregará una hoja sobre el consentimiento informado (Anexo IV), que deberán leer y firmar, por la cual se comprometen a participar en el estudio de manera voluntaria, cumpliendo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

## **5.2. Sujetos del estudio**

La población diana son los jugadores de fútbol sanos de entre 18 y 25 años de edad.

La población de estudio son los jugadores sanos de entre 18 y 25 años de los equipos de fútbol de la categoría senior primera aficionado de la Comunidad de Madrid, los cuales deberán cumplir una serie de criterios de inclusión y exclusión con el fin de conseguir una muestra lo más homogénea posible. Además, todos aquellos sujetos que cumplan esos criterios y vayan a participar en el estudio, deberán firmar un consentimiento informado por el que se comprometen a participar de forma voluntaria.

Criterios de inclusión:

- Sexo masculino.
- Jugadores que tengan entre 18 y 25 años.
- Jugadores que no presenten o no hayan presentado una lesión durante un periodo de

un mes previo al estudio.

- Jugadores que hayan jugado al menos 500 minutos en liga.
- Jugadores de campo, que no sean porteros.

Criterios de exclusión:

- Jugadores que presenten y/o hayan presentado patologías durante un periodo de 3 meses previos al estudio.
- Jugadores que practiquen otro deporte con regularidad simultáneamente.
- Jugadores que estén tomando algún tipo de medicación.
- Jugadores que hayan recibido tratamiento de fisioterapia durante la semana anterior al estudio.

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2}$$

*Imagen 1: Fórmula cálculo del tamaño muestral Fuente: Elaboración propia*

Donde:

- n: Hace referencia a la muestra
- k: Es una constante estadística que depende del nivel de significación y de la potencia estadística.
- SD: Hace referencia a la desviación típica
- d: Es la precisión

Para obtener la k se utilizará la siguiente tabla, donde para estos tipos de estudios, por consenso, se suele aceptar un riesgo beta del 20% (0,20), es decir un poder estadístico ( $1-\beta$ ) del 80% y un riesgo alfa del 0,05, es decir un nivel de significación ( $\alpha$ ) del 5%. Es decir, que el valor de la constante k será de 7,8.

		Nivel de significación ( $\alpha$ )		
Poder estadístico ( $1-\beta$ )		5%	1%	0,10%
80%	7,8	11,7	17,1	
90%	10,5	14,9	20,9	
95%	13	17,8	24,3	
99%	18,4	24,1	31,6	

*Tabla 6: Obtención de la constante k. Fuente: Elaboración propia*

El cálculo del tamaño de la muestra para cada variable se realizará siguiendo los siguientes pasos:

En las variables medidas con dinamometría para calcular la “d” se necesita el coeficiente de variación, que en este caso es el 10% para la variable de Fuerza muscular de la media de la variable a estudiar y el 15% para la variable de Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular (la precisión para esta variable es más alta, pese a medirse con el mismo instrumento, debido a que la respuesta a la fatiga es muy individual, por lo tanto es necesario un tamaño muestral mayor si se quiere detectar diferencias estadísticamente significativas) (41,42).

En la variable medida con goniómetro Hawk (ROM articular), para calcular la “d” se necesita también el coeficiente de variación, que en este caso es el 11,2% de la media de la variable a estudiar (43).

Una vez se ha obtenido el coeficiente de variación por el cual se puede calcular la “d”, ya se puede dar comienzo a calcular el tamaño de la muestra de cada variable.

- Para la variable Fuerza muscular, la k será la constante ya previamente obtenida y la SD y la d se obtendrán a partir del estudio de Owoeye et al (44), donde la media es de 244,78 Nm ± 27,525 Nm.
  - k=7,8
  - SD=27,525 Nm
  - d=10% de 244,78 Nm > d=24,478Nm

A handwritten mathematical calculation on a piece of paper. The formula is  $n = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 27,525^2}{24,478^2} \rightarrow n = 19,73$ . The numbers are written in black ink on a light-colored background.

Imagen 2: Cálculo tamaño de la muestra de Fuerza muscular. Fuente: Elaboración propia

El tamaño de la muestra para la variable Fuerza muscular será de 20 sujetos.

- Para la variable ROM de la articulación, la k será la constante ya previamente obtenida y la SD y la d se obtendrán a partir del estudio de Cejudo A. et al (45), donde la media es de 86,7º ± 10,3º.
  - k=7,8

- $SD=10,3^o$
- $d=11,2\% \text{ de } 86,7^o > d=9,7104^o$

$$m = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 10,3^2}{9,7104^2} \rightarrow m = 17,55$$

Imagen 3: Cálculo tamaño de la muestra de ROM de la articulación. Fuente: Elaboración propia

El tamaño de la muestra para la variable ROM de la articulación será de 18 sujetos.

De donde he sacado los valores de normalidad del ROM

- Para la variable Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular, la k será la constante ya previamente obtenida y la SD y la d se obtendrán a partir del estudio de Rozand V. et al (46), donde la media del tiempo hasta alcanzar una reducción del 25% de la FIVM es de  $24,8 \text{ s} \pm 12,9 \text{ s}$ . Este estudio es de la musculatura extensora de rodilla debido a la poca cantidad de estudios que hay que midan esta variable en los isquiotibiales, por lo que siguiendo algunos estudios que comparan ambas musculaturas (47,48), se podría hacer una estimación teórica ajustada que puede servir como modelo de referencia para este estudio. De esta manera, la media del tiempo hasta que la musculatura isquiotibial alcanza una reducción del 25% de la FIVM es de  $22 \text{ s} \pm 11,5 \text{ s}$ .
  - $k=7,8$
  - $SD=11,5 \text{ s}$
  - $d=15\% \text{ de } 22 \text{ s} > d=3,3 \text{ s}$

$$m = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 11,5^2}{3,3^2} \rightarrow m = 189,45$$

Imagen 4: Cálculo tamaño de la muestra de Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular. Fuente: Elaboración propia

El tamaño de la muestra para la variable Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular será de 190 sujetos.

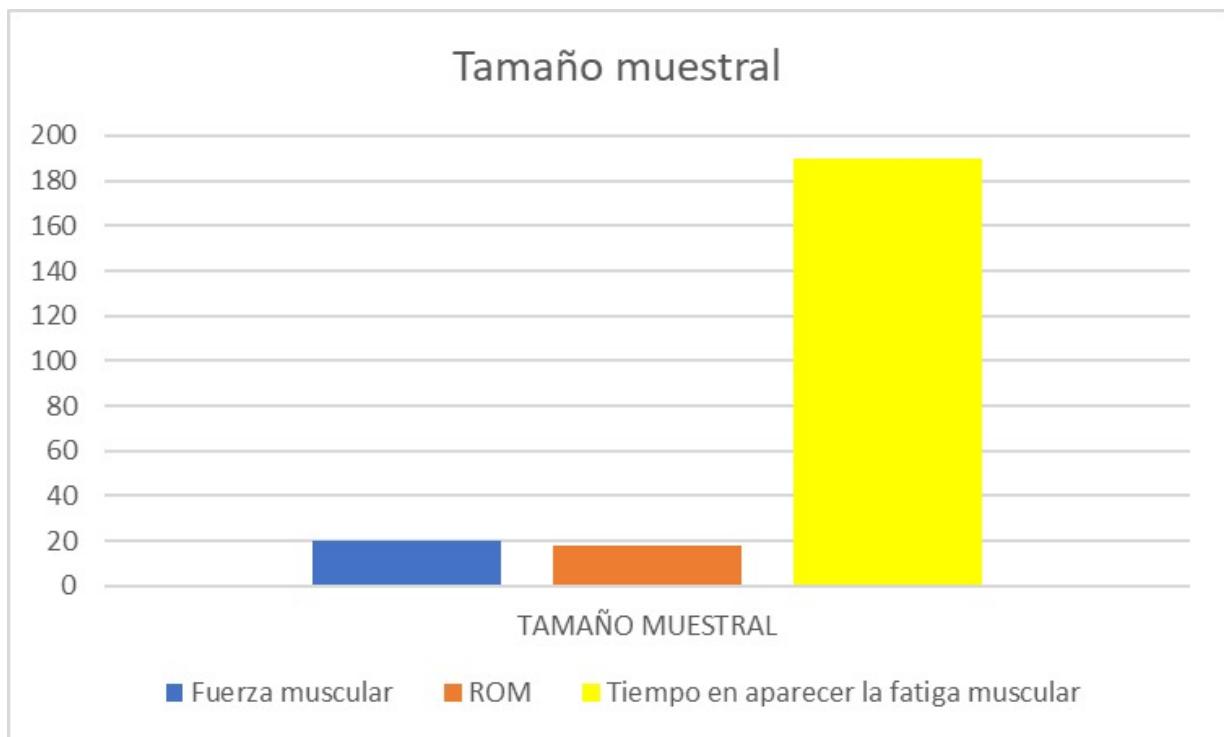


Gráfico 2: Tamaño muestral de cada variable. Fuente: Elaboración propia

La variable que presenta mayor tamaño de la muestra es la de Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular, donde  $n=190$  sujetos. Por lo tanto, se tomará como valor referencia para cada grupo, es decir cada uno de los 3 grupos del estudio estará formado por 190 sujetos, lo que hace una suma total de 570 sujetos. Para determinar la muestra total del estudio, será también necesario añadir un 10% adicional de sujetos a la suma de las muestras de los 3 grupos, por las posibles bajas que pudiera haber durante el estudio.

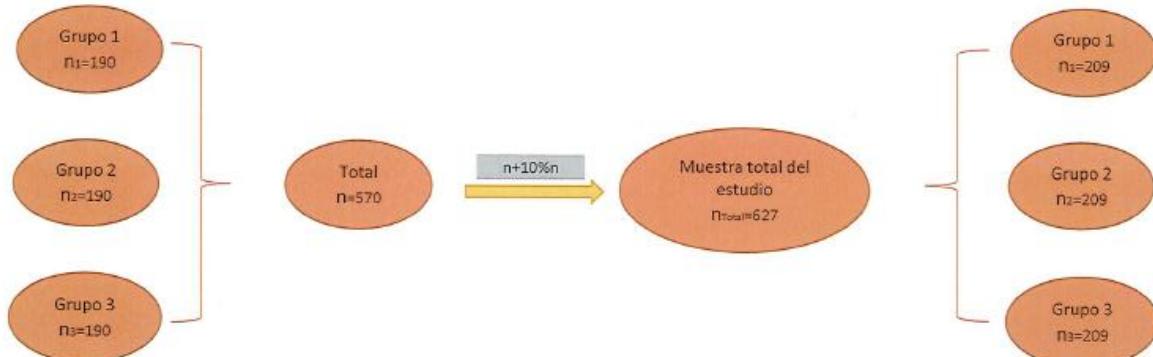


Gráfico 3: Muestra total del estudio y la correspondiente a cada grupo. Fuente: Elaboración propia

La muestra total con la que se deberá elaborar el estudio será por lo tanto de 627 sujetos, que se repartirán de manera aleatoria en los 3 grupos, quedando tal y como está representado en el gráfico 3, con 209 sujetos participantes por grupo.

Una vez ya se conozca la muestra, el tipo de muestreo, es decir, como se capta a los sujetos, será no probabilístico por bola de nieve. El investigador principal llamará por teléfono al cuerpo técnico de cada uno de los equipos de fútbol de la categoría senior primera aficionado de la Comunidad de Madrid y se les comentará como es el estudio y el tipo de pacientes que se necesita para realizarlo. Entonces, ellos mismos serán los que se encarguen de avisar a sus jugadores y derivar al investigador principal aquellos sujetos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, y quieran participar en el estudio.

La muestra se aleatorizará de forma simple. Para ello, cuando los sujetos participantes del estudio vayan a entregar las hojas correspondientes para poder participar, el investigador se encargará de escribir en 3 papeles distintos el número 1, 2 y 3, y se pedirá al sujeto que escoja uno de los 3 papeles, el número que salga indicará al grupo que pertenece el sujeto y se deberá anotar en la hoja de recogida de datos personales, de la cual únicamente se obtendrá este dato y el código de identificación (para guardar el anonimato). Cada sujeto deberá elegir un papel que determinará su grupo hasta que se llegue al tamaño muestral de cada uno de los 3 grupos.

### **5.3. Variables**

Las variables independientes son el estiramiento que se realizará en cada uno de los 3 grupos (SS, Estiramiento PNF por contracción de agonista y Estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) y el momento de medición que se realizará en 4 ocasiones (antes de realizar el estiramiento, justo después de realizar el estiramiento, 5 minutos después de haber terminado el estiramiento y 10 minutos después de haber terminado el estiramiento).

<b>Variables independientes</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Forma de medirla</b>
Tipo de estiramiento	Cualitativa Nominal Dicotómica		0 = SS 1 = Estiramiento PNF por contracción de agonista 2 = Estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas
Momento de medición	Cualitativa Nominal Dicotómica		0 = Pre intervención 1 = Post intervención 2 = 5' Post intervención 3 = 10' Post intervención

Tabla 7: Variables independientes. Fuente: Elaboración propia

Las variables dependientes son la fuerza muscular, el ROM de la articulación y el tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular.

<b>Variables dependientes</b>	<b>Tipo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Forma de medirla</b>
Fuerza muscular	Cuantitativa Continua	Newton x metro (Nm)	Dinamómetro
ROM de la articulación	Cuantitativa Continua	Grados ( $^{\circ}$ )	Goniómetro digital (Hawk)
Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular	Cuantitativa Continua	Segundos (s)	Dinamómetro

Tabla 8: Variables dependientes. Fuente: Elaboración propia

Para medir la fuerza muscular de los isquiotibiales de los sujetos, la cual nos dirá si el estiramiento realizado sirve para incrementar o disminuir la fuerza del grupo muscular a estudiar, se utilizará un dinamómetro. El protocolo de medición se realizará colocando al paciente sentado sobre el asiento del dinamómetro y con una flexión de 85 $^{\circ}$  de caderas y 90 $^{\circ}$  de rodillas. El pecho y la pelvis se sujetarán con correas y el tobillo se fijará con una correa acolchada 5 cm proximal a la cara distal del maléolo lateral. Además se pedirá también a los participantes que mantengan los brazos cruzados para que haya la menor compensación posible (49). No se hará un calentamiento previo debido a que la medición se realizará justo

después de haber finalizado el entrenamiento específico. Una vez ya esté colocado el sujeto, se pedirá que realice una flexión de rodilla a la máxima fuerza contra el dinamómetro que hará de resistencia inmóvil, durante 5 segundos, intercalado con 15 segundos de descanso, además se utilizaron instrucciones verbales consistentes y fuertes (tira, tira, tira) para motivar a los jugadores a ejercer la máxima fuerza posible dentro del período de 5 segundos (44). El dato que se obtendrá de esta prueba es la FIVM, la máxima fuerza que un músculo puede generar sin que aparezca movimiento, de los isquiotibiales en Newtons x metro al igual que Masamba A. et al (50) en su estudio. Para realizar el test de FIVM se realizarán tres repeticiones de una contracción máxima de los isquiotibiales sin movimiento, debido a la oposición del dinamómetro, con 15 segundos de descanso entre cada repetición. Se sacarán los 3 datos de mayor fuerza realizados y de esos datos se escogerá el que sea mayor de los 3 para utilizar en el estudio.

El ROM, al ser los isquiotibiales un músculo biarticular, se medirá el ROM de flexión pasiva de cadera desde decúbito supino con la rodilla en una extensión completa. Para realizar esta medición se utilizará un goniómetro Hawk, que pasa una calibración en los 3 planos del espacio con una precisión excelente (51). Se colocará y fijará sobre la rodilla de la pierna a medir para que pueda seguir el movimiento hasta la posición final del ROM de la cadera. Entonces, el fisioterapeuta elevará la pierna a medir del sujeto, fijando la rodilla en extensión completa para evitar compensaciones, hasta el límite de estiramiento que le permita la parte posterior de la pierna y luego la llevará de nuevo a la posición inicial, del mismo modo que se realiza en el estudio de Cejudo A. et al (45). Este proceso se repetirá en 3 ocasiones con 10 segundos de descanso entre cada repetición, se escogerá la medición en grados más alta. Así se conseguirá ver si el estiramiento realizado ha incrementado o disminuido la flexibilidad del grupo muscular a estudiar.

Para obtener el tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular de los isquiotibiales, se utilizará el dinamómetro. En esta prueba, primero se colocará la pierna del sujeto y el dinamómetro en la misma posición que para calcular la fuerza muscular. Se pedirá también al sujeto que realice una contracción máxima mantenida del movimiento de flexión de rodilla contra el dinamómetro, que se mantendrá inmóvil, pero esta vez se deberá realizar la contracción hasta que disminuya un 20% el pico de fuerza máxima realizado durante los primeros segundos de la medición, lo que se consideraría como fatiga muscular moderada (17). Una vez se llegue a ese valor medido en Newtons x metro por el dinamómetro, se anotará los segundos que el sujeto ha tardado en alcanzarlo. Así se podrá comprobar si la fatiga muscular tarda más o menos tiempo en aparecer después de que se realice la intervención de estiramientos. La fatiga muscular en isquiotibiales suele tardar en aparecer entre 20 y 30 segundos según cuenta el estudio de Cifrek M. et al (29), cuanto más pronto aparezca,

significará que más fatigado está el músculo.

#### **5.4. Hipótesis operativa**

Fuerza muscular

- H. Nula ( $H_0$ ). No existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación de fuerza muscular medida con dinamómetro.
- H. Alternativa ( $H_a$ ). Existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación de fuerza muscular medida con dinamómetro.

ROM articular

- H. Nula ( $H_0$ ). No existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación de ROM articular medido con goniómetro digital (Hawk).
- H. Alternativa ( $H_a$ ). Existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación de ROM articular medido con goniómetro digital (Hawk).

Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular

- H. Nula ( $H_0$ ). No existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación del tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular medido con dinamómetro.
- H. Alternativa ( $H_a$ ). Existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que recibe el estiramiento PNF por contracción de agonistas, el grupo que recibe el

estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas y el grupo que recibe el SS en la variación del tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular medido con dinamómetro.

### **5.5. Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis**

El investigador principal será el encargado de aportar a los sujetos a estudiar, una hoja de recogida de datos, donde se deberá apuntar el nombre, apellidos, código identificador y datos relevantes para el estudio (Anexo III) y otra hoja al evaluador-analista, donde se apuntarán los datos obtenidos por las 4 mediciones de cada variable que se deben realizar a cada uno de los sujetos a estudiar (Anexo VI), en esta hoja aparecerá el código de identificación del sujeto, no habrá ningún dato personal que no respete la privacidad del sujeto o que permita al evaluador identificar a qué grupo pertenece cada participante.

En el caso de que algún sujeto decida abandonar el estudio, tras presentar firmada la hoja de revocación, se anotarán como pérdidas.

Una vez obtenidos todos estos datos, se realizará un análisis estadístico con el programa IBM SPSS Statistics. Para ello, se deberá dividir en dos partes: análisis descriptivo y análisis interferencial.

Primero se hará un análisis descriptivo de las variables dependientes (Fuerza muscular, ROM de la articulación y Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular) con el objetivo de conseguir la media, mediana, moda, desviación típica, varianza y rango, de cada una de las variables mencionadas.

Después se hará el análisis interferencial, donde se realizará el contraste de hipótesis. Como en este estudio hay 3 grupos de trabajo, se utilizará el análisis de varianza ANOVA, en el caso de que la prueba sea paramétrica, o el test de Kruskal-Wallis, si la prueba es no paramétrica. Para que una prueba sea paramétrica debe existir homogeneidad entre las varianzas por un lado, con el test de Levene comprobaremos si los datos son homogéneos; aleatoriedad de las muestras, que lo comprobaremos con el test de Rachas; y normalidad, para el que se realizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si la muestra se distribuye como una normal o no.

- $H_0$ : No existen diferencias significativas entre las medias.
- $H_a$ : Si existen diferencias significativas entre las medias.
- $P < 0,05$ : Se aceptará la  $H_a$ , rechazando la  $H_0$ . Por tanto, si existen diferencias significativas entre las medias.

- $P>0,05$ : Se aceptará la  $H_0$ . Por tanto, no existen diferencias significativas entre las medias.

En el caso de que se acepte la  $H_a$ , para saber que medias, de los 3 grupos, son diferentes se utilizará el método de Scheffé para comparaciones múltiples.

- $H_0$ : No existen diferencias significativas entre las medias.
- $H_a$ : Si existen diferencias significativas entre las medias.
- $P<0,05$ : Se aceptará la  $H_a$ , rechazando la  $H_0$ . Por tanto, si existen diferencias significativas entre las medias.
- $P>0,05$ : Se aceptará la  $H_0$ . Por tanto, no existen diferencias significativas entre las medias.

Para el test de Levene:

- $H_0$ : Si existe igualdad entre las varianzas.
- $H_a$ : No existe igualdad entre las varianzas.
- $P<0,05$ : Se aceptará la  $H_a$ , rechazando la  $H_0$ . Por tanto, no existe igualdad entre las varianzas.
- $P>0,05$ : Se aceptará la  $H_0$ . Por tanto, si existe igualdad entre las varianzas.

Para el test de Rachas:

- $H_0$ : Si existe aleatoriedad de las muestras.
- $H_a$ : No existe aleatoriedad de las muestras.
- $P<0,05$ : Se aceptará la  $H_a$ , rechazando la  $H_0$ . Por tanto, no existe aleatoriedad de las muestras.
- $P>0,05$ : Se aceptará la  $H_0$ . Por tanto, si existe aleatoriedad de las muestras.

Para la prueba de Kolmogorov-Smirnov:

- $H_0$ : La muestra si se distribuye de manera normal.
- $H_a$ : La muestra no se distribuye de manera normal.
- $P<0,05$ : Se aceptará la  $H_a$ , rechazando la  $H_0$ . Por tanto, la muestra no se distribuye de manera normal.
- $P>0,05$ : Se aceptará la  $H_0$ . Por tanto, la muestra si se distribuye de manera normal.

## **5.6. Limitaciones del estudio**

Tiempo limitado de 9 meses debido a que es un TFG, luego tengo un tiempo determinado para leer artículos, conocer más sobre los distintos tipos de estiramientos y sus efectos, y por lo tanto redactar mejor la parte de los antecedentes.

Los recursos económicos me han limitado en pagar a los pacientes por incluirse en el proyecto, lo que hubiera dado adherencia al estudio, y que no puedo hacer búsquedas bibliográficas de pago, que hubieran aportado más información al trabajo.

## **5.7. Equipo investigador**

El equipo de investigación estará formado por 7 fisioterapeutas y un preparador físico. Un fisioterapeuta será el investigador principal, 3 de ellos serán expertos en estiramientos y en biomecánica y serán los que realicen la intervención y las mediciones, y los otros 3 fisioterapeutas serán los evaluadores-analistas.

- 1 Investigador principal: Ángel David García Jiménez
- 3 Fisioterapeutas expertos: Graduados en Fisioterapia y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, con un máster en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva, con certificados en Movilidad y Flexibilidad y en Stretching Terapéutico, además de contar también con 10 años de experiencia práctica en el entrenamiento y asesoramiento a deportistas para mejorar movilidad y prevenir lesiones, especialmente en futbolistas.
- 3 Evaluadores-analistas: Graduados en Fisioterapia y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, con un máster en Biomecánica y Fisioterapia Deportiva y un doctorado. Expertos en investigación y análisis de datos.
- 1 Preparador físico: Graduado en Fisioterapia y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, con un máster en Preparación Física en Fútbol, con un curso de Preparador Físico en Fútbol y especializado en Fisiología del Ejercicio y Alto Rendimiento, además de contar también con 10 años de experiencia práctica como preparador físico en 3 equipos de fútbol de alto rendimiento.
- Fisioterapeutas colaboradores: Graduados en Fisioterapia. Ayudarán a realizar las intervenciones de estiramientos a los sujetos participantes del estudio.

## **6. Plan de trabajo**

### **6.1. Diseño de la intervención**

Una vez se haya obtenido la aprobación de la solicitud enviada al Comité Ético de Investigación Clínica, por la que se concedería el permiso para la realización del estudio, se podrá dar comienzo a todas las etapas del proyecto.

En primer lugar, el investigador principal se encargará de llamar por teléfono a todos los entrenadores de cada uno de los equipos de la categoría senior aficionado de la Comunidad de Madrid, y les comentará el diseño del estudio y el tipo de jugadores que necesita para realizarlo. Los entrenadores serán entonces quienes hablen con los jugadores de sus respectivos equipos, que cumplan con las características necesarias para poder participar en el proyecto, sobre dicho estudio. A los jugadores que estén interesados en ser un sujeto partícipe, el entrenador de su equipo les facilitará el contacto telefónico del investigador principal, a quien deberán hablar para que ambos puedan ponerse en contacto.

Antes de producirse las entrevistas con los sujetos participantes del estudio, el investigador principal se reunió con todos los trabajadores que iban a formar el equipo investigador, para comentarle a cada uno de ellos cual iba a ser su función, horario, datos importantes acerca del proyecto... con el objetivo de que el estudio no tuviera ningún fallo de organización.

Una vez ya se haya citado a los jugadores en Ciempozuelos, se explicará de forma clara y concisa el diseño del estudio y sus objetivos, y se enseñará las instalaciones e instrumentos que se utilizarán durante el proyecto, luego deberán leer y firmar la hoja de información al paciente sobre el diseño del estudio, el consentimiento informado y la hoja de datos personales, para poder pasar a forma parte del estudio. Después se pasará a aleatorizar a los sujetos, para ello se pedirá a cada participante que escoja un papel, el cual dirá el grupo (1, 2 o 3) al que va a pertenecer, y que dependiendo del que le haya tocado recibirá una intervención de estiramiento diferente, cada sujeto que vaya a participar en el estudio, escogerá un número hasta que se completen los 209 sujetos que tiene que tener cada grupo de trabajo. Terminado todo este proceso, se concretará una cita, con día, hora y la dirección, con cada sujeto para la realización del estudio, además se le hará entrega también de la hoja de revocación, para que en caso de abandono del estudio, sepa que previamente tiene que firmarla.

La citación de los sujetos será en el campo de fútbol de Peñuelas de Ciempozuelos, donde se llevará a cabo en primer lugar un entrenamiento específico de fútbol, diseñado y dirigido por un preparador físico cualificado, para después poder comparar los efectos de los distintos

tipos de estiramientos. El entrenamiento tendrá una duración de 90 minutos y constará de un calentamiento con carrera continua y movilidad articular, una figura técnica de pases y desplazamientos, una posesión de balón con dos equipos, finalizaciones a puerta y por último un doble área.

Terminado el entrenamiento, se dará paso a la primera medición de las 3 variables dependientes, las cuales se realizarán a todos los sujetos por igual, después se realizará la intervención correspondiente al grupo al que pertenece cada sujeto, y por último se realizarán de nuevo 3 mediciones más de las 3 variables, una justo después de terminar la intervención, otra a los 5 minutos de haber finalizado la intervención y la última a los 10 minutos de finalizar la intervención.

Para medir la variable Fuerza muscular se utilizará un dinamómetro. El protocolo de medición se realizará colocando al paciente sentado sobre el asiento del dinamómetro y con una flexión de 85º de caderas y 90º de rodillas. El pecho y la pelvis se sujetarán con correas y el tobillo se fijará con una correa acolchada 5 cm proximal a la cara distal del maléolo lateral. Además se pedirá también a los participantes que mantengan los brazos cruzados para que haya la menor compensación posible (49). No se hará un calentamiento previo debido a que las mediciones se realizarán después de haber finalizado el entrenamiento de fútbol. Una vez ya esté colocado el sujeto, se pedirá que realice una flexión de rodilla a la máxima fuerza contra el dinamómetro que hará de resistencia inmóvil, durante 5 segundos, además se utilizaron instrucciones verbales consistentes y fuertes (tira, tira, tira) para motivar a los jugadores a ejercer la máxima fuerza posible (44). Se realizarán tres repeticiones con 15 segundos de descanso entre cada una. El dato que se obtendrá de esta prueba es la FIVM, la máxima fuerza que un músculo puede generar sin que aparezca movimiento, de los isquiotibiales en Newtons x metro. Se sacará el dato de mayor fuerza realizado en cada repetición y de esos datos se escogerá el que sea mayor de los 3 para utilizar en el estudio.

Para la variable ROM de la articulación, se medirá la flexión pasiva de cadera desde decúbito supino con la rodilla en una extensión completa. Para realizar esta medición se utilizará un goniómetro Hawk (51). Se colocará y fijará sobre la rodilla de la pierna a medir para que pueda seguir el movimiento hasta la posición final del ROM de la cadera. Entonces, el fisioterapeuta elevará la pierna a medir del sujeto, fijando la rodilla en extensión completa para evitar compensaciones, hasta el límite de estiramiento que le permita la parte posterior de la pierna y luego la llevará de nuevo a la posición inicial, del mismo modo que se realiza en el estudio de Cejudo A. et al (45). Este proceso se repetirá en 3 ocasiones con 10 segundos de descanso entre cada repetición, se escogerá la medición en grados más alta.

Para la variable Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular, se utilizará el dinamómetro. En esta prueba, el sujeto se colocará en el dinamómetro de la misma manera que para calcular la fuerza muscular. Se pedirá también al sujeto que realice una contracción máxima mantenida del movimiento de flexión de rodilla contra el dinamómetro, pero esta vez se deberá realizar la contracción hasta que disminuya un 20% el pico de fuerza máxima realizado durante los primeros segundos de la medición, lo que se consideraría como fatiga muscular moderada (17). Una vez se llegue a ese valor medido en Newtons x metro por el dinamómetro, se anotará los segundos que el sujeto ha tardado en alcanzarlo.

Una vez terminada la primera medición, se realizará a cada sujeto la intervención de estiramiento correspondiente al grupo al que pertenece.

A los sujetos que formen el grupo 1, se les realizará el SS, en este caso será el conocido como “estiramiento pasivo tipo I” o “pasivo simple” (26). Este estiramiento como su nombre indica, es pasivo por parte del paciente, por lo que será el fisioterapeuta quien realice el estiramiento. Para ello, estando el paciente en decúbito supino, el fisioterapeuta llevará la pierna dominante del paciente a flexión de cadera, manteniendo la rodilla extendida, hasta que note tensión y no dolor, se deberá aguantar 30 segundos en esa posición, después se volverá a avanzar hasta nueva barrera motriz y aguantar otros 30 segundos, pasado ese tiempo se volverá a avanzar a nueva barrera motriz y se aguantará 30 segundos por última vez. Por último el fisioterapeuta llevará de forma lenta y controlada la pierna del sujeto a la posición inicial.

A los sujetos que formen el grupo 2, se les realizará el estiramiento PNF por contracción de agonistas, en este caso será el conocido como “estiramiento pasivo especial, sostén relajación” (26). Este estiramiento se llama así, porque aparece una contracción del músculo agonista (en este caso los isquiotibiales), pero mientras se realiza el estiramiento siempre está relajado. El fisioterapeuta llevará la pierna dominante del paciente a flexión de cadera, manteniendo la rodilla extendida, hasta que note tensión y no dolor, una vez llegado a ese momento se solicitará al paciente una contracción de la musculatura agonista durante 6 segundos, pasado ese tiempo, le pedimos que relaje la musculatura durante 2 segundos, entonces el fisioterapeuta vuelve a avanzar hasta llegar a nueva barrera motriz, para después volver a pedir al paciente una contracción de la musculatura agonista durante 6 segundos con sus respectivos 2 segundos de descanso (este proceso se repetirá 3 veces). Por último el fisioterapeuta llevará de forma lenta y controlada la pierna del sujeto a la posición inicial.

A los sujetos que formen el grupo 3, se les realizará el estiramiento PNF por contracción de agonistas + contracción de antagonistas, en este caso será el conocido como “estiramiento

pasivo especial, sostén relajación + contracción de antagonistas” (26). Este estiramiento es igual que el sostén relajación, con los mismos tiempos y las mismas repeticiones, pero en este, para avanzar a una nueva barrera motriz, se realizará con la musculatura antagonista del músculo que se está estirando, en este caso, será el paciente quien realice una contracción con el cuádriceps que implique un movimiento de flexión de cadera y que finalizará en el momento que el sujeto llegue a la nueva barrera motriz.

Cuando ya se hayan obtenido todos los datos de las mediciones de cada uno de los sujetos, se realizará el análisis estadístico.

Por último, se obtendrán los resultados, se redactarán las conclusiones y se publicará el estudio.

## 6.2. Etapas de desarrollo

Las diferentes etapas del trabajo se desarrollaron durante un largo periodo de tiempo y en diferentes etapas, mostradas en la siguiente tabla con las fechas correspondientes.

Etapas del trabajo	Fechas
Búsqueda de artículos y redacción de los antecedentes	De Octubre de 2024 a Enero de 2025
Redacción del proyecto	De Febrero a Abril de 2025
Solicitud al Comité de ético de Investigación Clínica	Abril de 2025
Reclutamiento del equipo investigador y reunión con los entrenadores de los sujetos	Principios de Mayo de 2025
Entrevista con los sujetos, entrega y recogida de las hojas de información, datos y consentimiento informado, y asignación de códigos de identificación y los grupos	Finales de Mayo de 2025
Intervención y mediciones de las variables	De Junio a Julio de 2025
Ánálisis e interpretación de los datos	De Agosto a Septiembre de 2025
Redacción y publicación de los resultados	De Octubre a Noviembre de 2025

Tabla 9: *Etapas del trabajo y sus fechas correspondientes. Fuente: Elaboración propia*

### **6.3. Distribución de tareas de todo el equipo investigador**

El investigador principal:

- Se encargará principalmente de coordinar y dirigir al equipo investigador y a los participantes del proyecto.
- Se encargará de contactar con los entrenadores de todos los equipos de fútbol propuestos para el estudio y les comentará el proyecto que se pretende realizar y el perfil de jugadores que necesita, para que cada entrenador lo comente a los jugadores de su equipo, y ya estos sean los que decidan si quieren participar.
- Será el encargado de realizar las entrevistas y seleccionar a los sujetos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. A los sujetos seleccionados para realizar el estudio, también será él quien les explique concretamente en qué consiste el proyecto, y además les entregará todas las hojas que deberán llenar y firmar para ser oficialmente un sujeto participante del proyecto.
- Se encargará también de recoger todas las hojas de información y revisar que no presenten ningún error, para poder entregarle al sujeto la hoja de mediciones con su código identificativo correspondiente, para que luego este se la entregue al evaluador-analista.
- Por último, se encargará de redactar las conclusiones del estudio

Los fisioterapeutas expertos:

- Se encargarán de realizar las mediciones, para ello, cada uno se distribuirá en los 3 dispositivos de medición de las 3 variables y serán los encargados de colocar bien al sujeto y el dispositivo, y ajustar bien los parámetros para que se pueda realizar la medición correctamente.
- Serán los encargados también de ayudar a los sujetos a realizar los estiramientos correctamente y de que se respeten los tiempos adecuados para cada intervención.
- Además, serán ellos los que deban explicar a cada uno de los sujetos cuál va a ser el estiramiento que deben realizar, como hacerlo de manera correcta, los tiempos de descanso... lo mismo para los protocolos que hay que realizar con los diferentes dispositivos de medición para poder hacer las mediciones.

Los evaluadores-analistas:

- Se encargarán en primer lugar de recoger las hojas de mediciones de los sujetos, para

posteriormente, una vez hayan terminado de analizar e interpretar los datos obtenidos, anotar los datos de las 4 mediciones (1 previa y 3 posteriores a la intervención) que se deben realizar a cada participante, de cada una de las 3 diferentes variables.

- Por último, se encargarán de entregarle las hojas de las mediciones con toda la información correctamente apuntada al investigador principal.

El preparador físico:

- Se encargará de preparar un entrenamiento específico de fútbol de una duración de 1 hora y 30 minutos, que será el mismo para todos los participantes del estudio, con el objetivo de simular las cargas físicas en los sujetos después de terminar un partido de fútbol de 90 minutos con su equipo.

#### **6.4. Lugar de realización del proyecto**

El proyecto tendrá lugar en dos lugares distintos, pero ambos dentro de la misma ciudad (Ciempozuelos) dependiendo de lo que se vaya a realizar:

El entrenamiento específico de fútbol, realizado por el preparador físico, tendrá lugar en el Campo de fútbol de Peñuelas. Localizado en Camino de Peñuelas, nº1, en Ciempozuelos, Madrid.



*Imagen 5: Campo de fútbol Peñuelas. Fuente: Elaboración propia*

Una vez terminado el entrenamiento, los jugadores deberán ir a un trote ligero, como ejercicio final del entrenamiento, hacia el otro lugar donde se realizará la segunda parte del estudio, situado a 1 Km del campo de fútbol, allí se realizarán las intervenciones y mediciones. Este lugar es concretamente, el laboratorio de la Universidad Pontificia Comillas (UPC), San Juan de Dios, localizada en la Avenida San Juan de Dios, nº1, en Ciempozuelos, Madrid.



Imagen 6: UPC San Juan de Dios. Fuente: Elaboración propia

## **7. Referencias**

- (1) Azuma N, Someya F. Injury prevention effects of stretching exercise intervention by physical therapists in male high school soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2020 - 11;30(11):2178–2192.
- (2) Jokela A, Valle X, Kosola J, Rodas G, Til L, Burova M, et al. Mechanisms of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: Video Analysis and Magnetic Resonance Imaging Findings. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2023 -05-01;33(3):217–224.
- (3) Moreno-Pérez V, Soler A, Ansa A, López-Samanes Á, Madruga-Parera M, Beato M, et al. Acute and chronic effects of competition on ankle dorsiflexion ROM in professional football players. *European Journal of Sport Science* 2020 February 1;20(1):51–60.
- (4) Li S, Wang L, Xiong J, Xiao D. Gender-Specific Effects of 8-Week Multi-Modal Strength and Flexibility Training on Hamstring Flexibility and Strength. *Int J Environ Res Public Health* 2022 -11-18;19(22):15256.
- (5) Čeire U, Kaupužs A, Antoņeviča L. Reduction of the muscle imbalance for soccer players between four head thigh muscle and two joint extensor with biodexsystem isokinetic dynamometry and post isometric relaxation. *Proceedings of the International Scientific Conference of Daugavpils University / Daugavpils Universitatis Starptautiskas Zinatniskas Konferences Materiali* 2022 January 1(64):54–61.
- (6) Nakao S, Ikezoe T, Nakamura M, Saeki J, Kato T, Umehara J, et al. Effects of ankle position during static stretching for the hamstrings on the decrease in passive stiffness. *J Biomech* 2019 -11-11;96:109358.
- (7) Raya-Gonzalez J, Castillo D, Clemente FM. Injury prevention of hamstring injuries through exercise interventions. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 2021 -09-01;61(9):1242–1251.
- (8) Iwata M, Yamamoto A, Matsuo S, Hatano G, Miyazaki M, Fukaya T, et al. Dynamic Stretching Has Sustained Effects on Range of Motion and Passive Stiffness of the Hamstring Muscles. *J Sports Sci Med* 2019 -03;18(1):13–20.
- (9) Gurmann Thind. The effects of active release technique on hamstring pain and flexibility in an adult with repetitive hamstring injury.; 2020.

- (10) Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injuries among male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2009 Dec;19(6):819-27.
- (11) Lovell R, Knox M, Weston M, Siegler JC, Brennan S, Marshall PWM. Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Feb;28(2):658-666.
- (12) Kim JY, Kim SY. A comparison of the effects of static stretching and the fascial distortion model (FDM) on hamstring flexibility. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation* 2021 -01-01;34(6):1087–1092.
- (13) García-Solano KB, Pérez-Parra JE, Román-Grajales JG, Palacios-Estrada SP. Programa de estiramientos con facilitación neuromuscular propioceptiva. Flexibilidad de isquiosurales en futbolistas. *Apunts Educ Fís Esports* [Internet] [Citado el 2 de febrero de 2025]. 2019;(137):17–29.
- Disponible en: <https://revista-apunts.com/wp-content/uploads/2020/10/017-029-137-CAST-1.pdf>
- (14) Calle Fuentes P, Muñoz-Cruzado, Barba M, Catalán Matamoros D, Fuentes Hervías M. Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos realmente? *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*. 2006; 9: 36-44.
- (15) Álvarez-Yates T, García-García O. Effect of a Hamstring Flexibility Program Performed Concurrently During an Elite Canoeist Competition Season. *J Strength Cond Res* 2020 - 03;34(3):838–846.
- (16) Gómez-Campos, R.; Cossío-Bolaños, M.A.; Brousett Minaya, M. y Hochmuller-Fogaca, R.T. (2010). Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10 (40) pp. 537-555.
- (17) Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001 -10;81(4):1725–1789.
- (18) Bigland-Ritchie B, Johansson R, Lippold OC, Woods JJ. Contractile speed and EMG changes during fatigue of sustained maximal voluntary contractions. *J Neurophysiol* [Internet] [citado el 30 de marzo de 2025]. 1983;50(1):313–24.
- Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/jn.1983.50.1.313>
- (19) Bigland-Ritchie B, Johansson R, Lippold OC, Smith S, Woods JJ. Changes in

motoneurone firing rates during sustained maximal voluntary contractions. J Physiol [Internet] [citado el 30 de marzo de 2025]. 1983;340(1):335–46.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1983.sp014765>

(20) Cifrek M, Medved V, Tonković S, Ostojić S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet] [citado el 30 de marzo de 2025]. 2009;24(4):327–40.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.010>

(21) La importancia de los estiramientos (¿Beneficios? ¿Controversia?) [Internet] [Citado el 2 de febrero de 2025]. GasolFoundation.org. Gasol Foundation; 2019.

Disponible en: <https://gasolfoundation.org/es/importancia-estiramientos/>

(22) Del Blanco-Muñiz JA, A. C, A. I. P, M. D. S, F. F, D. M, et al. Efecto de tres tipos de estiramiento en la elasticidad de musculatura isquiotibial. Ensayo clínico aleatorizado. Cuestiones de Fisioterapia 2024 January 1;53(1):5–17.

(23) Bonell Monsonís O. Influencia de los estiramientos musculares previos y posteriores al ejercicio físico en la prevención de lesiones musculares. 2014.

(24) Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports 2001 - 04;11(2):81–86.

(25) ¿Qué tipos de estiramientos hay? ¿Cuándo y cuánto debo realizarlos? – Perez y Salcedo – Clínica de fisioterapia manual y especialidades en Logroño La Rioja [Internet]. Perezysalcedo.com. [citado el 30 de marzo de 2025].

Disponible en: <https://www.perezysalcedo.com/portfolio-item/que-tipos-de-estiramientos-haycuando-y-cuanto-debo-realizarlos/>

(26) Gutiérrez Nieto M, Novoa Castro B, Pérez Fernández M.R, Lantarón Caeiro E.M, González Represas A. Propuesta de clasificación de las técnicas de estiramiento en fisioterapia. Fisioterapia 2003;25(4):199-208.

(27) Cogley D, Byrne P, Halstead J, Coyle C. Responses to a combined dynamic stretching and antagonist static stretching warm-up protocol on isokinetic leg extension performance. Sports Biomech 2024 -10;23(10):1455–1470.

- (28) Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016; 41: 1–11.
- (29) Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K, Tomabechi N, Samukawa M, Yamanaka M. Acute effects of different rest period durations after warm-up and dynamic stretching on endurance running performance in male runners. *Sport Sciences for Health* 2024 September 1;20(3):763–771.
- (30) dos Reis AL, de Oliveira LC, de Souza AYV, Stabelini Neto A, de Oliveira RG. Effects of stretching on muscle strength, endurance, and power performance: A systematic review and meta-analysis. *Isokinetics & Exercise Science* 2024 September 1;32(3):181–197.
- (31) Palmer TB. Acute Effects of Constant-Angle and Constant-Torque Static Stretching on Passive Stiffness of the Posterior Hip and Thigh Muscles in Healthy, Young and Old Men. *J Strength Cond Res* 2019 -11;33(11):2991–2999.
- (32) Andrade C. Understanding relative risk, odds ratio, and related terms: as simple as it can get. *J Clin Psychiatry* 2015 -07;76(7):857.
- (33) Lauersen JB, Bertelsen DM, Andersen LB. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br JSports Med*. 2014; 48(11): 871-877.
- (34) Behm DG, Alizadeh S, Drury B, Granacher U, Moran J. Non-local acute stretching effects on strength performance in healthy young adults. *European Journal of Applied Physiology* 2021 June 1;121(6):1517–1529.
- (35) Behm, D.G.; Bradbury, E.E.; Haynes, A.T.; Hodder, J.N.; Leonard, A.M.; Paddock, N.R. Flexibility is not Related to Stretch-Induced Deficits in Force or Power. *J. Sports Sci. Med.* 2006, 5, 33.
- (36) Dos Reis AL, Oliveira LS, da Silva APM, Barbosa B, de Oliveira LC, de Oliveira RG. Acute effect of static stretching and pilates stretching on the concentric muscle strength of the knee extensors and flexors. *J Bodyw Mov Ther* 2024 -04;38:554–561.
- (37) Smith JC, Washell BR, Aini MF, Brown S, Hall MC. Effects of Static Stretching and Foam Rolling on Ankle Dorsiflexion Range of Motion. *Med Sci Sports Exerc* 2019 -08;51(8):1752–1758.

- (38) Nakao S, Ikezoe T, Nakamura M, Umegaki H, Fujita K, Umehara J, et al. Chronic Effects of a Static Stretching Program on Hamstring Strength. *J Strength Cond Res* 2021 -07-01;35(7):1924–1929.
- (39) Hernandez-Martinez J, Ramirez-Campillo R, Vera-Assaoka T, Castillo-Cerda M, Carter-Truillier B, Herrera-Valenzuela T, et al. Warm-up stretching exercises and physical performance of youth soccer players. *Frontiers in physiology* 2023 -02-15;14:1127669.
- (40) Researchgate.net. [Citado el 2 de febrero de 2025].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/272151110\\_Flexibilidade\\_dos\\_musculos\\_isquiotibiais\\_em\\_dois\\_diferentes\\_programas\\_de\\_alongamento\\_estatico](https://www.researchgate.net/publication/272151110_Flexibilidade_dos_musculos_isquiotibiais_em_dois_diferentes_programas_de_alongamento_estatico)

- (41) Anumula SK, Beku C, Murthy YSN. Measurement of reliability in grip strength. *Int J Health Sci.* 2013;1:1-8.
- (42) Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000 -07;30(1):1–15.
- (43) 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(2):135–141.
- (44) Owoeye Oba, Mulenga D, Kim J, Breitbach A, Neme Jr. Normative Hamstrings and Quadriceps Isometric Strength Values and Hamstrings-Quadriceps Asymmetry in Healthy Collegiate Soccer and Basketball Players. *Int J Exerc Sci* 2024 June 1;17(4):768–778.
- (45) Cejudo A, Baranda PSd, Ayala F, Santonja F. Clasificación de los valores de rango de movimiento de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte* 2017 January 15;6(1):41–50.
- (46) Rozand V, Cattagni T, Theurel J, Martin A, Lepers R. Neuromuscular fatigue following isometric contractions with similar torque time integral. *Int J Sports Med* 2015 -01;36(1):35–40.
- (47) Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci* 1973 -01;18(1):111–129.
- (48) Maughan RJ, Watson JS, Weir J. Strength and cross-sectional area of human skeletal muscle. *J Physiol* 1983 -05;338:37–49.

(49) Lesnak J, Anderson D, Farmer B, Katsavelis D, Grindstaff TL. Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. Int J Sports Phys Ther. 2019;14(2):180-187.

(50) Massamba A, Hucteau E, Mallard J, Ducrocq GP, Favret F, Hureau TJ. Exercise-Induced Fatigue in Hamstring versus Quadriceps Muscles and Consequences on the Torque–Duration Relationship in Men. Medicine & Science in Sports & Exercise 2022 December;54(12):2099.

(51) ¿Qué es el goniómetro Hawk? [Internet]. Goniometro Hawk. [citado el 30 de marzo de 2025].

Disponible en: <https://goniometro-hawk.es/>

## **8. Anexos**

### **Anexo I: Solicitud al Comité Ético de Investigación Clínica.**

Don Ángel David García Jiménez en calidad de Investigador Principal, con DNI \_\_\_\_\_  
y con domicilio social en \_\_\_\_\_, Madrid.

EXPONE:

Que desea llevar a cabo el estudio “Eficacia de distintos tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol”.

Que será realizado en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, situado en la Avenida San Juan de Dios, Ciempozuelos.

Que el estudio se realizará tal y como se ha planteado, respetando toda la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y siguiendo las normas éticas internacionalmente aceptadas en la declaración de Helsinki.

Por lo expuesto,

Se adjunta la siguiente documentación:

- Copia del protocolo de ensayo clínico.
- Copia del Manual del Investigador.
- Copia de los documentos referentes al consentimiento informado, incluyendo la hoja de información para el sujeto de ensayo.
- Copia de la póliza de Responsabilidad Civil.
- Copia de los documentos sobre la idoneidad de las instalaciones.
- Copia de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y sus colaboradores

Firmado:

El Promotor.

D. Ángel David García Jiménez

En Madrid a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_.

## **Anexo II: Hoja de información al participante del diseño del estudio**

En esta hoja de información queda reflejado como se va a realizar el estudio “Eficacia de distintos tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol” en el que está interesado participar.

Una vez se haya obtenido la aprobación de la solicitud enviada al Comité Ético de Investigación Clínica, entonces se podrá dar comienzo al proyecto.

Para poder entrar como sujeto partícipe de este estudio, primero deberá leer y comprender las diferentes etapas y el objetivo principal de este, redactadas a continuación. Una vez, se esté de acuerdo, se entregará 3 hojas al sujeto, una hoja que deberá llenar con datos personales, en la que se le asignará un código de identificación que sustituirá sus datos personales, para mantener en todo momento el anonimato, cumpliendo con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Otra hoja, el Consentimiento informado, que deberá también llenar y firmar, y una última hoja, Hoja de revocación, que deberá llenar y entregar en el hipotético caso que el sujeto quiera abandonar el estudio por la razón que fuese y sin ninguna repercusión económica o legal.

Primero se realizará un entrenamiento específico de fútbol, realizado por un preparador físico especializado, que tendrá una duración de 1 hora y 30 minutos y tendrá lugar en el campo de fútbol de Ciempozuelos, situado en Camino de Peñuelas, nº1, en Ciempozuelos, Madrid.

Luego las intervenciones y las mediciones se llevarán a cabo en las instalaciones de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios, situada en la Avenida San Juan de Dios, nº1, en Ciempozuelos, Madrid.

El objetivo de este estudio es determinar la efectividad de 3 tipos de estiramientos (Estiramiento estático, estiramiento por facilitación neuromuscular propioceptiva por contracción de agonistas y estiramiento por facilitación neuromuscular propioceptiva por contracción de agonistas + contracción de antagonistas) en la recuperación muscular de jugadores de fútbol sanos después de realizar un entrenamiento o partido de fútbol. Para ello se medirán las siguientes variables:

- Fuerza muscular. Se medirá en Newtons x metro con un dinamómetro. Para medir esta variable se realizarán 3 contracciones máximas isométricas de isquiotibiales de 5 segundos de duración, cada una con la pierna fijada contra el dinamómetro y posicionada a 85º de flexión de cadera y 90º de flexión de rodilla. Se escogerá la mayor

de las 3 mediciones. Entre cada repetición se realizará 15 segundos de descanso. No será necesario que se realice un calentamiento previo, debido a que las mediciones se harán después de haber terminado el entrenamiento específico.

- ROM articular. Se medirá en grados con un goniómetro digital (Hawk). Para medir esta variable se colocará y fijará el Hawk sobre la rodilla del paciente, previamente tumbado en decúbito supino sobre una camilla y con la rodilla de la pierna que se va a realizar la medición completamente extendida. El fisioterapeuta será el que realice con la pierna dominante del sujeto una máxima flexión de cadera y después vuelva a la posición inicial, de tal forma que la medición sea pasiva para el participante. Este movimiento deberá repetirlo 3 veces con 10 segundos de descanso entre cada repetición. Se escogerá el dato que sea mayor de los 3.
- Tiempo que tarda en aparecer la fatiga muscular. Se medirá en segundos el tiempo que se tarde en reducir un 20% del pico de fuerza isométrica máxima realizado por la musculatura isquiotibial, medido con un dinamómetro. Para medir esta variable se realizará una contracción máxima isométrica de isquiotibiales con la rodilla fijada contra el dinamómetro y posicionada a 45º de flexión. Se dejará de realizar la contracción cuando el valor en Newtons de fuerza máxima se reduzca en un 20%. Se anotará los segundos que el sujeto tarda en alcanzar este valor.

Estas variables mencionadas se medirán en los sujetos participantes en 4 ocasiones cada una de ellas. La primera medición de las 3 variables se realizará después de finalizar el entrenamiento específico de fútbol y antes de la intervención de estiramientos, la segunda medición de las 3 variables se realizará justo al terminar la intervención, la tercera medición de las variables se llevará a cabo a los 5 minutos de terminar de realizar la intervención y la cuarta medición se hará a los 10 minutos de haber finalizado la intervención de estiramientos.

Los sujetos participantes en el proyecto se dividirán en 3 grupos a los que serán asignados de manera aleatoria, todos ellos realizarán el mismo entrenamiento de fútbol y a todos ellos se van a realizar las mismas mediciones, lo que va hacer que se diferencie un grupo de otro es que cada grupo tendrá una intervención de estiramientos diferente.

Todo aquel sujeto que se cite para participar en el estudio deberá traer camiseta y pantalón corto de deporte, botas de fútbol, deportivas, camiseta de recambio y toalla. El estudio tendrá una duración de unas 3 horas aproximadamente, desde la hora de citación para la participación del sujeto en el proyecto.

Posibles riesgos derivados de la participación en el estudio:

En el entrenamiento específico, en las intervenciones y en las mediciones los riesgos son prácticamente nulos, siempre y cuando se realicen las técnicas de forma correcta y respetando los límites del sujeto. En el remoto caso de que el participante sienta algún dolor, molestia, mareo o algún síntoma de mal estar general relacionado con alguna práctica del estudio, se detendrá de manera inmediata aquella actividad que se esté realizando.

El sujeto en el caso hipotético de que quiera abandonar el proyecto por la causa que fuese, podrá hacerlo sin ninguna repercusión, una vez se haya firmado y entregado la hoja de revocación.

Firmando este documento confirmo que he leído y acepto haber recibido la información necesaria sobre el objetivo, el diseño y los posibles riesgos del estudio “Eficacia de distintos tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol”, en el que pretendo participar.

Firmado:

En Madrid a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_.

**Anexo III: Hoja de recogida de datos personales del sujeto**

<b>Datos personales</b>	
<b>Nombre</b>	
<b>Apellidos</b>	
<b>Edad</b>	
<b>DNI</b>	
<b>Dirección</b>	
<b>Localidad</b>	
<b>Código postal</b>	
<b>Correo electrónico</b>	
<b>Equipo de fútbol</b>	
<b>Pierna dominante</b>	
<b>Código de identificación</b>	
<b>Grupo (1, 2 o 3)</b>	

#### **Anexo IV: Consentimiento informado**

##### **SUJETO**

Don \_\_\_\_\_ con DNI\_\_\_\_\_

Se me ha informado sobre el estudio de investigación "Eficacia de distintos tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol". , y se me ha explicado el consentimiento informado y la importancia de la firma que este documento posee.

He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre los procedimientos e intervenciones del estudio y afirmo haber comprendido todos los aspectos explicados en la Hoja de información al paciente (objetivos, desarrollo y riesgos de la intervención). Firmando abajo consiento que se me apliquen los procedimientos que se me ha explicado.

Afirmo haber llenado toda la documentación de manera correcta y veraz.

Declaro ser un sujeto óptimo para el estudio y no encontrarme en ningún caso de criterio de exclusión para realizar el proyecto.

Entiendo que mi información personal estará mantenida en el anonimato en todo momento.

Comprendo que no recibiré ningún tipo de compensación económica por participar en el proyecto.

Afirmo haber sido informado y entiendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento previo a la realización de las intervenciones o durante ellas sin ningún tipo de repercusión, siempre y cuando haya llenado y entregado la Hoja de revocación.

Por todo ello, siendo mayor de edad y bajo pleno uso de mis facultades mentales, acepto, de forma voluntaria y consciente, la participación en el presente estudio y la publicación de mis mediciones (de forma anónima) por parte del equipo investigador.

Firmado:

En Madrid a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_.

## **Anexo V: Hoja de revocación**

### **SUJETO**

Don \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_

Decido revocar el consentimiento informado firmado el día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_ en virtud de mi propio derecho para la participación en el estudio de investigación “Eficacia de distintos tipos de estiramientos en la recuperación muscular en jugadores de fútbol”. Para que conste y haga efecto, firmo el presente documento.

Firmado:

En Madrid a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_\_\_\_.

**Anexo VI: Hoja de recogida de datos de las mediciones de las variables**

Datos de las mediciones de las variables				
Código de identificación				
Variables	1º medición	2º medición	3º medición	4º medición
Fuerza muscular	N	N	N	N
ROM de la articulación	o	o	o	o
Tiempo en aparecer la fatiga muscular	S	S	S	S