

UNIVERSIDAD CAMILO JOSÉ CELA
FACULTAD DE SALUD

***MÁSTER EN FISIOTERAPIA Y
READAPTACIÓN EN EL DEPORTE***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Movilización neuromeníngea vs estiramiento
pasivo en la musculatura isquiotibial en
futbolistas sanos de cantera**

Curso Académico 2016 / 2017

Autor/a: Enrique Aranda López

Director/Tutor/a: Fernando Reyes Gil

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DEL ESTUDIO.....	10
3. FACTIBILIDAD	11
4. HIPÓTESIS GENERAL	12
5. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO	12
6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	12
6.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	12
6.2 PLANTEAMIENTO Y DISEÑO DEL ESTUDIO.....	13
6.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS	13
6.3.1 Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.....	13
6.3.2 Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.....	14
6.4 POBLACIÓN DEL ESTUDIO	14
6.4.1 Características muestrales	14
6.4.2 Tipo de muestreo.....	14
6.4.3 Características de la muestra	14
6.4.4 Marco del estudio	15
6.4.5 Criterios de inclusión.....	15
6.4.6 Criterios de exclusión	15
6.5 ASIGNACIÓN DE LOS SUJETOS	15
6.5.1 Aleatorización y enmascaramiento	15
6.6 GRUPOS DE ESTUDIO.....	16
6.7 INTERVENCIONES Y EVALUACIONES.....	16
6.7.1 Aparataje utilizado.....	16
6.7.2 Técnicas de evaluación/diagnóstico	17
6.7.3 Intervenciones.....	19
6.7.4 Equipo investigador	21
6.8 VARIABLES INDEPENDIENTES	22
6.9 VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESULTADO	22
6.10 PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE DATOS.....	22
6.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
6.11.1 Niveles de significación.....	23
6.11.2 Manejo de los datos	24
7. RESULTADOS.....	24
7.1 DIAGRAMA DE FLUJO.....	24
7.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DESCRIPTIVOS: MUESTRA TOTAL Y POR GRUPOS	24
7.3 ANÁLISIS DE NORMALIDAD Y COMPARABILIDAD ENTRE GRUPOS	27
7.4 ANÁLISIS INFERENCIAL	29
7.5 CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES.....	31
8. DISCUSIÓN.....	33
9. CONCLUSIONES.....	41
10. BIBLIOGRAFÍA.....	42
11. ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS	47
12. ANEXOS.....	48

RESUMEN

Introducción: La lesión muscular es uno de los mayores problemas para los jugadores de fútbol, que representa del 20% al 37% de todas las lesiones debido al tiempo perdido en el fútbol profesional y del 18% al 23% en el fútbol amateur. La prevalencia de la rotura muscular del isquiotibial está entre el 8% y el 25%. El objetivo de este estudio es verificar si la movilización neuromeníngea mejora la flexibilidad isquiotibial en mayor medida que el estiramiento pasivo en jugadores de fútbol sanos.

Métodos: Se trata de un ensayo controlado aleatorizado (ECA) con dos intervenciones y una asignación aleatoria de los sujetos a un grupo control y a un grupo experimental, prospectivo, transversal y simple ciego. Diecisiete jugadores de fútbol sanos (edad=18,29 ± 0,47 años) fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. El primer grupo es el grupo experimental (n=9), la intervención fue una técnica neurodinámica de deslizamiento para el nervio ciático y la intervención para el grupo control (n=8) fue el estiramiento pasivo en la musculatura isquiotibial. Se cogieron medidas pre-intervención y post-intervención de la flexibilidad isquiotibial (Prueba Seat&Reach), dolor o tolerancia al estiramiento (EVA) y rango de movimiento de la cadera (SLR). El tipo de análisis estadístico utilizado fue la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de significación de Lillefors para ver si cumplían los criterios de normalidad. La prueba Shapiro-Wilks se utilizó porque el tamaño de la muestra era pequeño. Para analizar la homocedasticidad se utilizó la prueba de Levene y T-student. La prueba no paramétrica usada fue la U de Mann Whitney y el test de Wilcoxon.

Resultados: No hay diferencias estadísticamente significativas $p > 0,05$ entre los grupos. Por otro lado, entre los sujetos de cada grupo hay diferencias significativas. En el grupo experimental hubo una mejora importante de la flexibilidad isquiotibial ($p=0,000$), una mejora del rango de movimiento de la cadera derecha y del rango de movilidad de la cadera izquierda ($p=0,001$) y ($p=0,040$) respectivamente. En el grupo control hubo una mejora de la flexibilidad isquiotibial ($p=0,048$).

Conclusiones: La movilización neuromeníngea no es más eficaz que el estiramiento pasivo para ganar flexibilidad isquiotibial a corto plazo, sin embargo ambas técnicas son efectivas para ganar flexibilidad en los isquiotibiales. La principal limitación del estudio es el tamaño de la muestra. Las futuras líneas de

investigación del presente estudio son la importancia del tejido conjuntivo, la tensión neural y la fascia como resistencias pasivas al estiramiento muscular, no permitiendo al nervio que se deslice correctamente a través del tejido.

Palabras clave: deslizamiento neurodinámico, técnica de deslizamiento, estiramiento pasivo, flexibilidad isquiotibial, nervio ciático

ABSTRACT

Introduction: Muscle injury is one of the biggest problems for soccer players, accounting for 20% to 37% of all injuries due to lost time in professional football and from 18% to 23% in amateur soccer. The prevalence of hamstring strain is between 8% and 25%. The aim of this study is to verify if neuromeningeal mobilization improves hamstring flexibility to a greater degree than passive stretching in healthy male soccer players.

Methods: This study is a randomized controlled trial (RCT) with two interventions and a random assignment of the subjects to the control and to the experimental group, prospective, cross sectional and blind simple masking. Seventeen healthy football players (age= 18,29 ± 0,47 years) were randomly divided in two groups. First group is the experimental group (n=9), the intervention is neurodynamic sliding for the sciatic nerve and the intervention for the control group (n=8) is passive stretching in the hamstring muscles. We caught preintervention and postintervention measures of the hamstrings flexibility (Seat&Reach test), stretching pain or tolerance (VAS) and hip range of motion (SLR test). The type of statistical analysis used was Kolmogorov-Smirnov test, Kolmogorov-Smirnov test with Lilliefors significance correction to see if they met criteria of normality. Shapiro-Wilks test was used because the sample size was small. To analyze homoscedasticity was used Levene test and T-student. The nonparametric test used were U of Mann Whitney and Wilcoxon test.

Results: There are no statistically significant differences $p > 0,05$ between groups. On the other hand, between subjects of each group there are significant differences. In the experimental group there was an important improvement of the hamstring flexibility ($p=0,000$), an improvement of the right hip range of motion and of the left hip range of motion ($p=0,001$) and ($p=0,040$) respectively. In the control group there was an improvement of the hamstrings flexibility

($p=0,048$).

Conclusions: The neurodynamic sliding is not more effective than passive stretching to gain flexibility in the hamstrings in short term, nevertheless both techniques are effective for gaining hamstrings flexibility. The limitations of the study are the small sample size. Future directions of this study are the importance of conjunctive tissue and fascia as tensioner like passive resistance to the muscular stretching and not letting the nerve slide properly through the tissue.

Key words: Neurodynamic sliding, sliding technique, passive stretching, hamstrings flexibility, sciatic nerve

1. INTRODUCCIÓN

Tras realizar una completa y exhaustiva búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos científicas (PubMed, Cochrane Plus, PEDro y ScienceDirect) se encontraron referencias similares al presente estudio. La gran mayoría de estudios hablan sobre neurodinamia a modo de test de valoración, pero no como técnica de tratamiento y los pocos que hay son referentes al miembro superior y sobre patologías que afectan al tejido neural específicamente. Hemos encontrado información acerca de la neurodinamia o movilización neuromeníngea del nervio ciático como tratamiento indirecto para la flexibilidad de la musculatura isquiotibial. Hay estudios donde comparan las técnicas realizadas en este estudio, la neurodinamia y el estiramiento pasivo, en otros no comparan una técnica con otra sino que directamente realizan la neurodinamia para comprobar si afecta a la flexibilidad isquiotibial. En la mayoría de los estudios utilizan sujetos sanos pero con acortamiento muscular, con lo cual, se centran aisladamente en el parámetro de flexibilidad y no en otros parámetros como el dolor o la tolerancia al estiramiento por ejemplo, una de las variables a analizar en este trabajo. La población diana que se ha estudiado en los estudios encontrados casi todos son jugadores de fútbol, no hay estudios donde los sujetos practiquen otros deportes. En el presente estudio la población a estudiar son jugadores de fútbol jóvenes sanos sin valorar el acortamiento muscular.

La musculatura isquiotibial es la encargada de la flexión de la rodilla. Los isquiotibiales son músculos largos fusiformes que se encuentran en el paquete posterior del muslo, este complejo lo forman 3 músculos: el bíceps femoral, el semimembranoso y el semitendinoso, inervados por las ramas del nervio ciático L4-S3.¹ Se originan en la tuberosidad isquiática del isquion excepto la porción corta del bíceps que es femoral. El bíceps femoral se inserta en la cabeza del peroné, por lo que puede hacer también una rotación externa de rodilla; mientras que los demás van a la tuberosidad interna de la tibia, por lo que son rotadores internos. El semitendinoso junto con el sartorio y recto interno o grácil forman parte de la pata de ganso.²

Los isquiotibiales son biarticulares, excepto la porción corta del bíceps femoral que es monoarticular. Por tanto, son tanto extensores de cadera como flexores de rodilla, y su acción en la rodilla está condicionada por la posición de la

cadera. La puesta en tensión de los músculos isquiotibiales por la flexión de la cadera aumenta la eficacia de los mismos como flexores de rodilla y al contrario, la extensión de la rodilla favorece la acción de los músculos isquiotibiales como extensores de cadera.^{2,3}

Los isquiotibiales tienen un alto porcentaje de fibras tipo II en comparación con otros músculos del muslo y de la pierna.⁴ Sin embargo, un estudio reciente de *Evangelidis et al.* revela que la cabeza larga del bíceps femoral tiene una distribución equilibrada de fibras rápidas y lentas, por tanto, esta composición no explica la alta incidencia de roturas musculares, ni se asoció con la fuerza máxima o explosiva.⁵

El nervio ciático es el nervio más ancho del cuerpo, dividiéndose en el nervio peroneo común y en el nervio tibial, ambos forman un tronco común del plexo lumbosacro. El nervio tibial sale de las ramas ventrales de los ramos ventrales de los nervios espinales L4 a S3. El nervio peroneo común sale de las ramas dorsales de los ramos ventrales de los nervios espinales de L4 a S2. Por lo general el nervio ciático entra en la región glútea de la cavidad pélvica pasando a través del agujero ciático mayor, por debajo del músculo piramidal.⁶ Desciende debajo del músculo glúteo mayor, entre la tuberosidad isquiática y el trocánter mayor del fémur llegando a la parte posterior del muslo. En el ángulo superior de la fosa poplítea se divide en el nervio tibial y el nervio peroneo común. Se cruza posteriormente al músculo obturador interno, el gémino y el cuadrado femoral, separados por el músculo obturador externo y la articulación de la cadera. Medialmente, se acompaña del nervio cutáneo femoral posterior y de la arteria glútea inferior. Distalmente, se encuentra detrás del aductor mayor y es cruzado posteriormente por la cabeza larga del bíceps femoral.⁷

Las ramas articulares se elevan proximalmente para suministrar la articulación de la cadera a través de su cápsula posterior; a veces derivan directamente del plexo sacro. Las ramas musculares se distribuyen al músculo bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso y la parte isquiática del aductor mayor. El punto de división del nervio ciático en el nervio tibial y peroneo común es muy variable. El punto común está en la unión de los tercios medio e inferior del muslo, cerca del ápice de la fosa poplítea. La división puede ocurrir en cualquier nivel por encima de esto, aunque raramente por debajo de ella. Varios autores han reportado variaciones en su división en el nervio tibial y peroneo común

desde el plexo hasta la parte inferior del hueco poplíteo. También, hay informes de casos sobre la trifurcación inusual del nervio ciático en la parte posterior de los muslos⁷ y en la fosa poplíteo (nervio sural).⁶ Las variaciones anatómicas en la salida del nervio ciático en relación con el músculo piramidal pueden conducir a la compresión del nervio, que puede dar como resultado el síndrome del piramidal.⁶

Los requerimientos de los isquiotibiales en términos de fuerza, velocidad y potencia durante la marcha y el trote son menores en comparación con el sprint.^{8,9} Durante la carrera en las fase de oscilación final y en las fases de apoyo finales, los isquiotibiales actúan en excéntrico. Estudios cinéticos y electromiográficos revelan que los isquiotibiales tienen una mayor actividad y desarrollan mayores esfuerzos de torsión (torque) sobre la cadera y la rodilla desde la fase final de oscilación hasta la fase media de apoyo de la carrera. La mayoría de lesiones en fútbol ocurren durante la carrera o el sprint. La lesión ocurre durante el final de la oscilación o en la fase de apoyo del sprint, donde los isquiotibiales generan tensión y a la vez sufren un alargamiento (contracción excéntrica) para desacelerar la extensión de rodilla.⁸ Aunque sigue habiendo controversia con la etiología exacta de la lesión de isquiotibiales, hay numerosos autores que afirman una causa multifactorial. La sobrecarga muscular genera fatiga y debilidad en el músculo, uno de los factores potenciales lesionales es la fatiga. La habilidad de producir fuerza muscular se ve afectada por la fatiga, por tanto la mecánica del sprint se ve alterada incrementando el riesgo de lesión.¹⁰ Otro de los factores es anatómico, la cabeza larga del bíceps femoral está inervada por la porción tibial del nervio ciático, mientras que la cabeza corta está inervada por la rama peroneal común del ciático, esta incoordinación a la hora de contraerse ambas cabezas puede ser un factor lesional. Otros factores de riesgo son el daño muscular inducido o la sobrecarga muscular, tipo de actividad, distribución y tipo de fibras, grado de anteversión pélvica, edad, lesión previa, raza, desequilibrios o asimetrías en la fuerza muscular, flexibilidad, calentamiento inadecuado, incremento de la tensión neural en el músculo.^{11,12}

La severidad de la lesión afecta al cuidado de la misma, pero hay mucha discusión acerca del grado o la clasificación de las roturas en isquiotibiales. En la literatura hay muchas clasificaciones que se han presentado basándose en los hallazgos encontrados en pruebas de imagen (RMN y ECO), rango de movilidad, tipo de lesión (estructural o funcional) y los hallazgos clínicos en la

exploración.^{13,14}

Se clasifican también de lesiones estructurales o funcionales. Las funcionales son por fatiga inducida o lesiones neurogénicas que causan un endurecimiento del músculo, mientras que las estructurales son las roturas y desgarros de las fibras musculares.¹⁵

En 2012 el COI y la UEFA elaboraron “The Munich Muscle Injury Classification”. Va de el grado 1 al 4. En 2014 salió la “British Athletic Classification” donde clasifican las lesiones musculares del grado 0 al 4.¹⁴

La lesión muscular es uno de los mayores problemas para los futbolistas, representando un 20% a un 37% de todas las lesiones por pérdida de tiempo en el fútbol profesional y de un 18% a un 23% en el fútbol amateur.¹⁵

En un estudio con 24 equipos de fútbol profesionales Europeos (UEFA y UCL) y 15 equipos de la primera división Sueca, más de un tercio de las lesiones en el fútbol profesional son musculares 92%, siendo un 37% las lesiones de isquiotibial. Incidencia de lesión muscular 6 veces más en partidos que en entrenamientos. Menor incidencia lesional en superficie de césped artificial de nueva generación que césped natural.¹⁵

En otro estudio epidemiológico de la UEFA donde sigue durante 7 temporadas a equipos de primer nivel de la liga española, italiana, francesa, escocesa, ucraniana, belga, holandesa, alemana y portuguesa, registra que un 57% de las lesiones ocurren en partidos y el 43% en entrenamientos. La lesión más común es la rotura muscular en el muslo 17%, siendo un 12% las de isquios. Un equipo de 25 jugadores tiene 10 lesiones musculares en el muslo por temporada, siendo 7 de ellas en los isquios.¹⁶

En el atletismo, durante competiciones de alto nivel, las lesiones musculares son las más comunes tanto en hombres 45,6%, como en mujeres 34,7%. El riesgo de lesión muscular es dos veces mayor en hombres que en mujeres. La lesión de isquiotibial es el diagnóstico más común (19,3% en hombres y 13,5% en mujeres). En atletas con mayor edad hay más riesgo de lesión, esto también se ha visto en el fútbol. La frecuencia de lesiones es mayor en modalidades del atletismo con eventos de energía explosiva, característicos de otros deportes como el fútbol o el rugby.¹⁷

Estudios epidemiológicos del fútbol australiano, Major League Baseball y rugby profesional inglés determinan que la rotura de isquiotibiales es la causa más habitual que mantiene a los deportistas más tiempo fuera de los terrenos de juego tanto en entrenamientos como en competición, con una media de 8 a 24 días perdidos por lesión. En el return to play la recidiva es del 12% al 34%.¹³

En la liga Qatarí de fútbol más de un tercio de las lesiones son musculares 36,4% y más de la mitad afecta a los isquiotibiales 54,4%.¹⁸

La prevalencia de esta lesión se encuentra entre el 8% y el 25%.¹⁹

Para el diagnóstico de las lesiones en la musculatura isquiotibial y return to play lo más usado es: rango de movilidad pasivo y activo, palpación, pruebas musculares manuales, resonancia magnética, ecografía muscular, test especiales de los isquiotibiales, evaluación de la biomecánica del miembro superior e inferior, fuerza isocinética bilateral y tests funcionales.¹³

En cuanto al tratamiento de estas lesiones es muy variado, lo más usado y efectivo para diversos fisioterapeutas es la crioterapia, el calor, el masaje, los AINES, la compresión, el ultrasonido, trabajo excéntrico, agilidad progresiva, equilibrio/propiocepción, estiramiento dinámico, core stability, trabajo concéntrico. La neurodinamia o movilización neuromeníngea es de los tratamientos menos usados a pesar de acortar los períodos de reuperación, disminuir el dolor y la discapacidad. Esto puede ser porque esta técnica se usa más en un ambiente profesional que en la universidad o en institutos americanos porque es una técnica manual que requiere destreza.¹³

El objetivo de este estudio es comprobar si la movilización neuromeníngea mejora la flexibilidad de los isquiotibiales en mayor grado que el estiramiento pasivo en futbolistas sanos de cantera.

2. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Este estudio se realizó por la necesidad de investigar más sobre la movilización neuromeníngea. Además de ser una técnica utilizada sobretodo para patologías nerviosas, dolores neuropáticos e.t.c, nosotros vamos a utilizarla como técnica para mejorar la flexibilidad muscular, también la mayoría de protocolos para

mejorar la flexibilidad se realizan únicamente con estiramientos. Está demostrado que la tensión nerviosa influye significativamente en la extensibilidad de los isquiotibiales,²⁰ *Mchugh et al.* en su trabajo afirma que la extensibilidad y deslizamiento del tejido nervioso pueden contribuir como una resistencia pasiva a la hora de estirar las estructuras musculoesqueléticas,²¹ con lo cual, en un tratamiento o entrenamiento de flexibilidad es muy importante añadir esta técnica como coadyuvante al estiramiento para potenciar los resultados. Proponemos la neurodinamia como tratamiento alternativo para la flexibilidad porque es una técnica que la mejora, además de mejorar la recuperación, acortando los plazos y disminuyendo el dolor y la discapacidad en lesiones isquiotibiales.¹³ El tiempo empleado para realizar la técnica es muy pequeño y también es una técnica que requiere poco gasto energético para el fisioterapeuta.

Como hemos visto la flexibilidad es uno de los muchos factores de riesgo en las lesiones musculares de isquiotibiales²² y estas tienen una alta incidencia. Por ello, estos trabajos son necesarios para disminuir lo máximo posible esos números.

En la Premier League inglesa y en otras ligas de fútbol las lesiones costaron 74,4 millones de libras durante la temporada 1999-2000. En la liga de fútbol australiana las roturas de isquios costaron 1,5 millones de dólares australianos en la temporada del 2009.¹¹ La media de días de baja para las lesiones de isquios es de 8 a 24 días,¹³ si se consiguen prevenir estas lesiones y acortar los plazos de tiempo las pérdidas económicas serán menores.

3. FACTIBILIDAD

Este estudio es factible ya que tanto los recursos como los medios estaban al alcance, el material necesario no fue difícil de conseguir. En principio los recursos materiales que se necesitaron fueron un goniómetro, un ordenador portátil y un cajón para el Seat&Reach test. Dispusimos de goniómetro y ordenador portátil, mientras que el cajón para el Seat&Reach tuvimos que fabricarlo. Se nos facilitó una sala con una camilla portátil para realizar las intervenciones y mediciones a los sujetos. En cuanto a la obtención de sujetos fue una de las partes complicadas del trabajo porque solo contábamos con un

equipo juvenil de cantera y algunos de ellos no cumplieron con los criterios de inclusión del estudio.

4. HIPÓTESIS GENERAL

La movilización neuromeníngea aumenta la flexibilidad de la musculatura isquiotibial frente al estiramiento pasivo en futbolistas sanos de cantera.

5. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO

Objetivo general: Comprobar la eficacia de la movilización neuromeníngea frente al estiramiento pasivo en la flexibilidad isquiotibial en futbolistas sanos de cantera.

Objetivos específicos:

1. Comprobar que la movilización neuromeníngea proporciona una mejoría en comparación con el estiramiento pasivo en la flexibilidad a corto plazo.
2. Comprobar que la movilización neuromeníngea proporciona una mejoría en comparación con el estiramiento pasivo en la intensidad del dolor/tolerancia al estiramiento a corto plazo.
3. Comprobar que la movilización neuromeníngea proporciona una mejoría en comparación con el estiramiento pasivo en el ROM a corto plazo.

6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

6.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo desde Octubre de 2016 hasta Febrero de 2017 utilizando las bases de datos (PubMed, Cochrane Plus, PEDro y ScienceDirect). Los términos empleados como palabras clave en la búsqueda fueron: Nerve gliding, hamstring tightness, neurodynamic techniques, passive stretching, sciatic nerve mobilization, neurodynamic sliding, neural mobilization, hamstring strain, obteniendo diferentes resultados según los filtros aplicados.

También se consultaron diversos libros de las diferentes áreas de conocimiento en relación al estudio.

6.2 PLANTEAMIENTO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un ensayo clínico aleatorizado (ECA), es decir, un estudio experimental controlado con dos intervenciones y una asignación aleatoria de los sujetos al grupo control y al grupo experimental, prospectivo, transversal y enmascarado a simple ciego.

En todos los sujetos se llevó a cabo el mismo procedimiento. En primer lugar, el sujeto recibió una hoja donde se le informó acerca de la hipótesis en estudio y firmó un consentimiento donde se le describía el procedimiento a realizar, así como la inocuidad de las técnicas (Anexos I y II). A continuación, se inició la recogida de datos, se verificaron los criterios de inclusión y exclusión en el estudio (Anexo III) y la asignación al grupo. Todos los sujetos desconocían la asignación al grupo control (GC) o al grupo experimental (GE).

Después se realizaron las mediciones pre-intervención de todas las variables. Tras ello, se procedió a la aplicación de las intervenciones en cada uno de los grupos de estudio. En el GE se realizó la movilización neuromeníngea o neurodinamia sobre el nervio ciático; mientras que en el GC se realizó un estiramiento pasivo de la musculatura isquiotibial. Finalmente, se llevaron a cabo las mediciones post-intervención en todos los sujetos.

Las evaluaciones de las variables se realizaron antes e inmediatamente después de la intervención, siendo realizadas por el mismo fisioterapeuta que realizó las intervenciones, junto con la ayuda de un segundo fisioterapeuta. Tanto el interventor como el evaluador (misma persona) y el segundo terapeuta conocieron la pertenencia del grupo de los individuos. Puede decirse entonces que se trata de un estudio cuya técnica de enmascaramiento fue simple ciego.

6.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS

6.3.1 *Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial*²³

Antes de comenzar el estudio, los sujetos que participaron voluntariamente fueron informados de los objetivos y desarrollo del estudio, por medio de la lectura y firma del consentimiento informado (Anexo I y II).

Se tuvieron en cuenta las contraindicaciones de cada técnica y los criterios de exclusión de los sujetos (Anexo III). En todo caso se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki (1964), en la versión revisada de 2013 (véase Anexo VI).²³

6.3.2 *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*

En este apartado se declaran los principios éticos para las investigaciones científicas que proporcionan la práctica en seres humanos (Véase Anexo VII).

6.4 POBLACIÓN DEL ESTUDIO

6.4.1 6.3.4 *Características muestrales*

La muestra de estudio fue tomada de jugadores de fútbol de la cantera del Club Atlético Monachil, que cumplieron los criterios de inclusión. Todos los sujetos fueron informados de la realización del estudio a partir de un planteamiento inicial que se les presentó de la misma manera. A partir de ahí, de forma voluntaria, los sujetos que quisieron participar en el estudio fueron inscritos para el comienzo del mismo.

6.4.2 *Tipo de muestreo*

Realizamos un muestreo no probabilístico por conveniencia del estudio, seleccionando una muestra de población accesible constituida por 20 jugadores de fútbol de la cantera del Club Atlético Monachil (juveniles) que acuden a las instalaciones del campo de fútbol Manuel Robles.

6.4.3 *Características de la muestra*

- Rango de edad: 18-19 años
- Sexo: Masculino
- Lugar de selección: Cantera fútbol Club Atlético Monachil (equipos juveniles)
- Forma de selección: Sujetos sanos que cumplan criterios de inclusión

- Periodo de captación: Meses de febrero y marzo de 2017

6.4.4 *Marco del estudio*

Este estudio se realizó en las instalaciones del campo de fútbol Manuel Robles del Club Atlético Monachil en Avenida de la Libertad, S/N, Monachil (Granada).

6.4.5 *Criterios de inclusión*

- Sujetos entre 18 y 20 años, participación activa en fútbol (entrenamientos y partidos) mínimo 5h/semana y 3 días/semana.

6.4.6 *Criterios de exclusión*

- Lesión isquiotibial previa en el último año
- Dolor lumbar agudo
- Dolor lumbar en los últimos 6 meses
- Diagnóstico de hernia o protrusión lumbar
- Dolor cervical
- Accidente traumático cervical (latigazo cervical)
- Problemas de crecimiento
- Trastornos ortopédicos y neurológicos que afecten miembros inferiores (neuropatía periférica, fracturas femorales, lesiones meniscales)
- BMI 25-30 kg/cm²
- Sujetos sometidos a algún protocolo de flexibilidad isquiotibial en los últimos 6 meses

6.5 ASIGNACIÓN DE LOS SUJETOS

6.5.1 *Aleatorización y enmascaramiento*

Aquellos participantes que cumplieron los criterios de inclusión fueron divididos en 2 grupos, un grupo de 9 y otro de 8, por medio de un proceso de aleatorización simple a sobre cerrado. Se prepararon sobres, de los cuales la mitad llevaban el número 1 y la otra mitad el número 2. Se mezclaron los sobres y los participantes los seleccionaron al azar, siendo el sobre elegido retirado del resto. Los sujetos que sacaron el sobre número 1 fueron asignados al grupo

control (GC) y los que sacaron el número 2 fueron asignados al grupo experimental (GE). El sujeto no supo en ningún momento a qué grupo pertenecía, ni la técnica empleada.

El interventor y el evaluador fue el mismo, un segundo evaluador ayudó con las mediciones y conocía también la pertenencia de los sujetos de cada grupo, con lo cual, la técnica de enmascaramiento empleada fue un simple ciego.

6.6 GRUPOS DE ESTUDIO

La muestra final fue de 17 sujetos que cumplieron los criterios de inclusión en el estudio, con una edad comprendida entre los 18 y los 19 años. Se dividieron en 2 grupos de 9 sujetos en el grupo experimental y 8 sujetos en el grupo control.

Grupo experimental (GE): A los sujetos pertenecientes a este grupo se les aplicó la técnica de movilización neuromeníngea sobre el nervio ciático.

Grupo control (GC): A los sujetos incluidos en dicho grupo se les aplicó un estiramiento pasivo sobre la musculatura isquiotibial.

6.7 INTERVENCIONES Y EVALUACIONES

6.7.1 *Aparataje utilizado*

- Local acondicionado con una buena iluminación, ventilación y sonoridad
- Camilla manual
- Material fungible: papel y bolígrafo para cuestionarios y formularios
- Software: ordenador MacBook Pro y programa SPSS para el análisis de datos
- Cronómetro para cuantificar con precisión el tiempo de cada tratamiento
- Sobres: para aleatorizar el grupo de pertenencia de estudio
- Cajón Seat&Reach
- Escala EVA
- Goniómetro universal

6.7.2 Técnicas de evaluación/diagnóstico

Medición de la flexibilidad isquiotibial

La flexibilidad de la musculatura isquiotibial se midió con el clásico o estándar Seat&Reach test, originalmente diseñado por Wells and Dillon en 1952. Para ello utilizamos un cajón fabricado por nosotros con unas medidas de 35cm largo x 45cm ancho x 32cm alto con una placa superior adosada de 55cm largo x 45cm ancho que sobresale 15 cm. En la placa superior hay una regla de 50 cm.²⁴ Los sujetos se colocaron en sedestación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con tobillos en 90° de flexión. Las plantas de los pies se colocaron perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y las puntas de los pies dirigidas hacia arriba. En esta posición se les solicitó que realizaran una flexión máxima del tronco manteniendo las rodillas y los brazos extendidos. Las palmas de las manos, una encima de la otra, se deslizan sobre el cajón, hasta alcanzar la máxima distancia posible y pedir al sujeto que mantenga la posición durante 3 segundos, momento en el que se registró la distancia alcanzada (Figura 1). El valor 0 cm correspondió a la tangente de las plantas de los pies, siendo los valores positivos cuando las falanges distales del carpo superan la tangente y negativos cuando no la alcanzan. El test se realizó con ropa deportiva y descalzados.²⁵ Se realizarán 3 intentos y nos quedaremos con la media como dato final a analizar.²⁶ El test se realizó pre-intervención e inmediatamente después de las intervenciones. La prueba de valoración Seat&Reach ha demostrado tener de forma generalizada una elevada fiabilidad relativa intraexaminador, medida a través del índice de correlación intraclass (ICC), con valores en torno a 0,89-0,99 independientemente del sexo y del protocolo utilizado.^{27,28}



Figura 1. Medición de la flexibilidad isquiotibial pre-intervención y post-intervención usando el test Seat&Reah.

Medición de la tolerancia al estiramiento/dolor

Para representar la tolerancia al estiramiento o dolor se utilizó la escala visual analógica (EVA). La escala visual analógica (EVA) está considerada uno de los mejores métodos disponibles para la estimación de la intensidad del dolor.²⁹ La EVA es una línea horizontal que va del 0 al 10, siendo 0 “no dolor” y siendo 10 la “peor sensación o peor dolor”. Pre y post-intervención se le preguntó al sujeto al final del ROM del SLR test que nos dijera del 0 al 10 que número es el que representa mejor su sensación en ese momento. Se obtuvieron 3 valores con los que se hizo la media para obtener el valor final. Se ha demostrado una alta fiabilidad con alto índice de correlación intraclase (ICC) entre 0,70 y 0,83.^{30,31}

Medición del rango de movilidad (ROM)

Para medir el rango de movilidad articular (ROM) de la cadera se realizó el passive straight leg raise test (PSLR) (Figura 2). El test se realizó con los sujetos en decúbito supino sobre la camilla vistiendo ropa interior o pantalones cortos. Para medir el ROM se utilizó un goniómetro universal. Un examinador colocó el fulcro del goniómetro sobre el trocánter mayor del muslo. El brazo fijo se colocó paralelo al tronco y a la camilla, y el brazo móvil se posicionó en paralelo al eje diafisario del fémur, en línea recta dirección a la cabeza del peroné y maléolo peroneo. El segundo examinador realizó el PSLR test manteniendo la rodilla en extensión completa y el tobillo en posición neutra. La flexión dorsal de tobillo se evitó para prevenir la tensión muscular del tríceps sural (gemelos y sóleo) para que el sujeto no confunda la sensación de tirantez con la de los isquiotibiales. El examinador agarra el talón y evitó la rotación de la cadera mientras iba incrementando la flexión de la misma gradualmente hasta que el sujeto se quejaba de rigidez, dolor o tirantez. Al momento el segundo examinador apuntaba los grados que marcaba el goniómetro. Tener cuidado con posibles compensaciones como flexión de la rodilla contralateral y báscula pélvica posterior o retroversión.^{32,33,34} El test se realizó en ambas piernas y se repitió 3 veces para después hacer la media y obtener un solo valor. El PSLR test mostró tener una alta fiabilidad y validez en varios estudios con una fiabilidad intra-evaluador de 0,95-0,98 (ICC).³⁵

El ROM se midió 3 veces antes y después de las intervenciones, la media es el dato que se analizó.^{32,33,35}



Figura 2. Medición del rango de movilidad articular de la cadera pre-intervención y post-intervención usando el “passive straight leg raise” (PSLR) con un goniómetro universal. (Tomada de Castellote-Caballero Y, et al 2012, pág. 2).

6.7.3 Intervenciones

Se llevo a cabo la técnica de neurodinamia sobre el nervio ciático al grupo experimental y al grupo control el estiramiento pasivo.

Descripción de la técnica de movilización neuromeníngea sobre el nervio ciático

La técnica de deslizamiento neurodinámico que se realizó al grupo experimental fue “seated straight leg sliders”.^{32,33,34,36,37} Estas maniobras de deslizamiento neurodinámico fueron realizadas con el fin de producir un movimiento deslizante de las estructuras neurales con relación a sus tejidos adyacentes.³⁵ Es un tipo de movilización neural donde un extremo del sistema neural se elonga/tensiona y otro extremo se acorta/relaja y luego invertir la secuencia.³⁸

Posición del sujeto: Cada sujeto se sentó al borde de la camilla con flexión dorsal y lumbar del tronco (posición de slump) con las manos en la espalda.

Posición del fisioterapeuta: El terapeuta se posicionó al lado del sujeto para ayudarle con los comandos.

Ejecución de la técnica: Manteniendo la posición de slump, realizaron movimientos alternados de extensión de rodilla/flexión dorsal de tobillo con extensión cervical y flexión de rodilla/flexión plantar de tobillo con flexión cervical (figura 3).^{32,34,35,36,37} Los sujetos realizaron estos movimientos activos durante 1 minuto y 5 veces, es decir, 5 series de 1 minuto.^{33,34,36} Descansando 5 segundos entre serie y serie.³⁴ La técnica se realizó bilateralmente, en ambos miembros inferiores de manera simultánea.³⁸

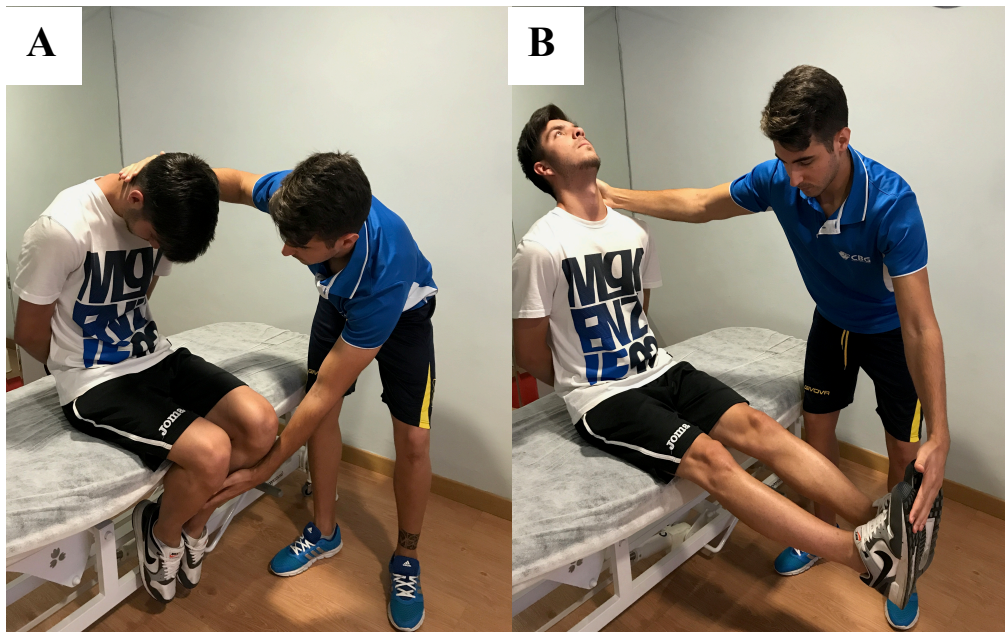


Figura 3. Técnica neuromeníngea de deslizamiento usada en este estudio. Paciente en sedestación con el tronco flexionado (posición de slump), manteniendo esta posición el paciente realiza movimientos alternados flexión de rodillas/flexión plantar de tobillos con flexión cervical (A) y extensión de rodillas/flexión dorsal de tobillos con extensión cervical (B).

Descripción de la técnica de estiramiento pasivo sobre la musculatura isquiotibial

Tanto el estiramiento pasivo como el activo en isquiotibiales son efectivos para ganar flexibilidad pero en un estudio donde se comparan los dos, el estiramiento pasivo provocó mayores mejoras en la flexibilidad isquiosural.³⁹ En otro estudio donde se comparan diferentes técnicas activas y pasivas de estiramiento concluyeron que una de las técnicas pasivas era la que mejores resultados tenía.⁴⁰ Una revisión sistemática y meta-análisis sobre el estiramiento estático pasivo afirma que es una técnica efectiva para incrementar la flexibilidad isquiotibial en adultos jóvenes sanos.⁴¹

Los sujetos en el grupo control recibieron un estiramiento pasivo de los isquiotibiales en ambas piernas.

Posición del sujeto: El sujeto se colocó en decúbito supino sobre la camilla.

Posición de fisioterapeuta: El terapeuta se colocó homolateral a la pierna a estirar.

Ejecución de la técnica: Se elevó la pierna pasivamente a una posición de flexión de cadera con la rodilla en extensión completa y el tobillo en posición neutra sin sensación de dolor o malestar hasta el punto donde se nota una resistencia al movimiento, el terapeuta controlaba la compensación de flexión de rodilla de la otra pierna echando su pierna por encima (Figura 4). Esta posición se mantuvo durante 30 segundos y se repitió 5 veces, es decir, 5 series de 30 segundos alternando ambas piernas. El terapeuta monitorizaba a los sujetos para asegurarse que no se producía ninguna compensación como flexión de rodilla contralateral o retroversión de la pelvis.^{33,42} Una revisión sistemática sobre los estiramientos afirma que 30 segundos parece ser el tiempo más efectivo y lo que cuenta es el tiempo de estiramiento no el número de repeticiones.⁴³



Figura 4. Técnica de estiramiento pasivo usada en este estudio.

6.7.4 Equipo investigador

Interventor y evaluador 1: Graduado en fisioterapia y ciencias de la actividad física y del deporte, estudiante del Máster de Fisioterapia y Readaptación Deportiva en la Universidad Camilo José Cela. Entregó la hoja de información del estudio, realizó la firma del consentimiento informado, las entrevistas, la

asignación de los grupos, la ejecución de las técnicas y todas las mediciones/evaluaciones del estudio.

Evaluador 2: Fisioterapeuta que asiste y ayuda al evaluador 1 con el SLR test.

6.8 VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes son aquellas que causan un estímulo para provocar cambios, es decir, son las intervenciones que se van a realizar en el estudio, en este caso, la movilización neuromeníngea y el estiramiento pasivo.

6.9 VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESULTADO

Las variables dependientes son el objeto de interés de la investigación, donde se observan los cambios producidos por la variable independiente. Se recogieron datos correspondientes a edad, índice de masa corporal, peso y altura. Las variables algométricas (dolor/tolerancia al estiramiento, flexibilidad y rango de movilidad articular) se midieron como variables dependientes, siendo cuantitativas continuas. Estas variables se evaluaron antes e inmediatamente después de la aplicación de las técnicas (Anexo IV y V).

6.10 PROCEDIMIENTOS DE OBTENCIÓN DE DATOS

Los pacientes fueron citados en las instalaciones del campo de fútbol Manuel Robles del Club Atlético Monachil (Avenida de la Libertad, S/N, Monachil, Granada). Después de entregarles y leer en voz alta la hoja de información de información con el consentimiento informado (Anexo I), se procedió a comprobar que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión (Anexo II).

Una vez informado al paciente sobre el desarrollo del estudio y obtenida la hoja de consentimiento firmada, se pasó al desarrollo del protocolo de investigación.

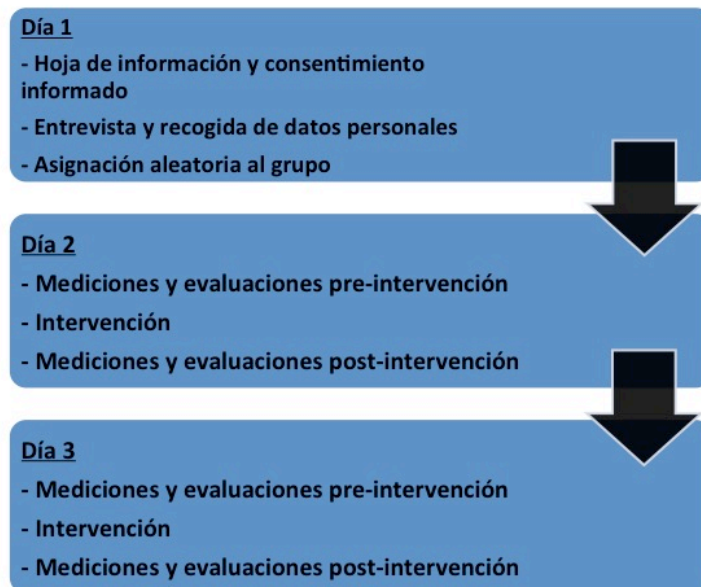


Figura 5. Procedimiento de obtención de datos.

6.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el programa “SPSS” versión 22.0. A partir de la planilla de datos se procedió de la siguiente manera:

1. Se realizó el estudio descriptivo de cada una de las variables
2. Antes de realizar cualquier análisis estadístico se tuvieron presentes las condiciones de aplicación del mismo. Se hizo la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de la significación de Lilliefors, para comprobar que la muestra cumplía la normalidad, y aplicar así los test paramétricos. Debido a que el tamaño de la muestra es pequeño, añadimos la prueba de Shapiro-Wilks
3. Estudiar la homocedastidad de la muestra mediante la Prueba de Levene, para igualdad de varianzas y la prueba t de Student para muestras independientes, para igualdad de medias. Cuando no cumplieran los criterios de normalidad se aplicaron pruebas no paramétricas para muestras relacionadas.

6.11.1 Niveles de significación

Se estableció para una confianza del 95% un nivel de significación $p < 0,05$; valor que se considera adecuado de forma universal en investigaciones biomédicas.

6.11.2 Manejo de los datos

Tras la obtención de datos (formulario, valores algométricos) (Ver Anexos III, IV y V), estos fueron introducidos manualmente en una hoja de cálculo. Posteriormente, estos datos fueron exportados al programa “SPSS” para Mac donde se utilizaron para el análisis estadístico.

7. RESULTADOS

7.1 DIAGRAMA DE FLUJO

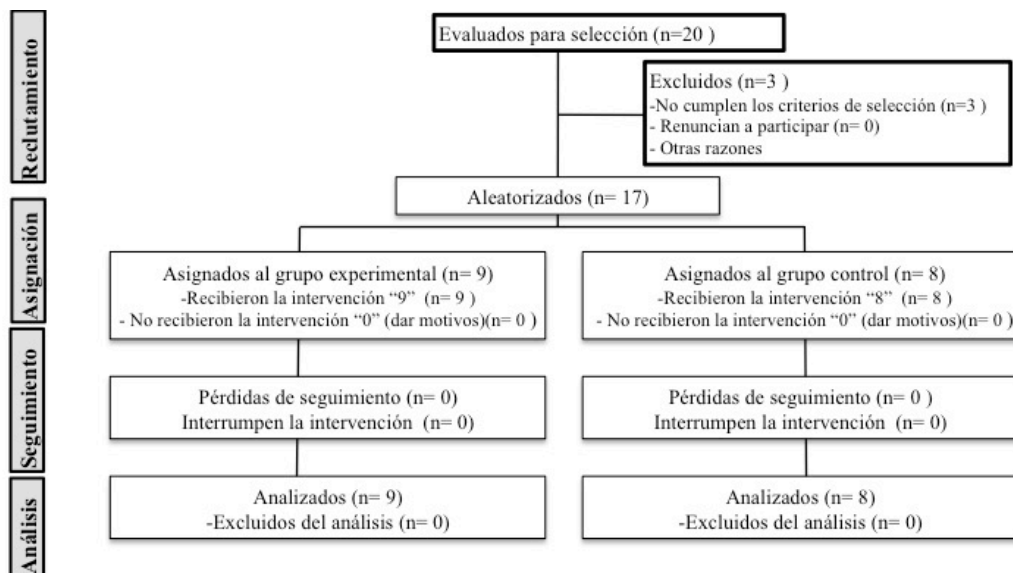


Figura 6. Diagrama de flujo del progreso a través de las fases de un ensayo clínico aleatorizado paralelo de dos grupos según CONSORT

7.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DESCRIPTIVOS: MUESTRA TOTAL Y POR GRUPOS

La investigación se realizó sobre una muestra global de 17 sujetos (n=17) futbolistas sanos de sexo masculino de edad entre 18 y 19 años (media de 18,29 \pm 0,47 años), con un peso medio de 68,7 \pm 9,89 Kg, con una altura media de 1,76 \pm 0,07 cm y un índice de masa corporal medio de 21,89 \pm 2,10 Kg/cm² (Tabla 1). El número de participantes en cada grupo fue de 9 en el GE (52,9%) y de 8 en el GC (47,1%) (Tabla 2).

		Edad	Peso	Altura	Body Mass Index
N	Válidos	17	17	17	17
	Perdidos	0	0	0	0
Media		18,29	68,7059	1,7676	21,8959
Error típ. de la media		,114	2,40062	,01781	,51022
Mediana		18,00	68,0000	1,7700	22,3200
Moda		18	63,00	1,70 ^a	17,30 ^a
Desv. típ.		,470	9,89801	,07344	2,10371
Varianza		,221	97,971	,005	4,426
Rango		1	40,00	,25	7,63
Mínimo		18	50,00	1,66	17,30
Máximo		19	90,00	1,91	24,93
Suma		311	1168,00	30,05	372,23
Percentiles	25	18,00	62,5000	1,7000	20,3150
	50	18,00	68,0000	1,7700	22,3200
	75	19,00	76,0000	1,8200	23,6950

Tabla 1. Estadísticos descriptivos: muestra total.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Grupo control	8	47,1	47,1	47,1
	Grupo experimental	9	52,9	52,9	100,0
	Total	17	100,0	100,0	

Tabla 2. Estadísticos descriptivos (porcentaje): muestra total y por grupos.

Analizando las variables de recogida de los datos personales observamos que el 88,2% de los sujetos son diestros frente a un 11,8% que son zurdos (Tabla 3).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Grupo control	2	11,8	11,8	11,8
	Grupo	15	88,2	88,2	100,0

	experimental				
	Total	17	100,0	100,0	

Tabla 3. Estadísticos descriptivos (pie dominante): muestra total y por grupos

El análisis de las variables pre-intervención mostraron los siguientes resultados: flexibilidad pre-intervención (media de $0,09 \pm 8,99$), tolerancia al estiramiento pre-intervención pierna derecha (media de $7,05 \pm 1,24$), rango de movilidad articular pre-intervención cadera derecha (media de $74,12 \pm 12,26$), tolerancia al estiramiento pre-intervención pierna izquierda (media de $7,57 \pm 0,95$) y rango de movilidad articular pre-intervención cadera pierna izquierda (media de $73,18 \pm 11,55$) (Tabla 4).

VARIABLE	GRUPO	N	MEDIA	DS	MÍNIMO	MÁXIMO
Edad	GE	9	18,33	0,50	18	19
	GC	8	18,25	0,46	18	19
	Total	17	18,29	0,47	18	19
Peso	GE	9	66,11	9,96	50	80
	GC	8	71,62	9,59	62	90
	Total	17	68,70	9,89	50	90
Altura	GE	9	1,74	0,05	1,66	1,82
	GC	8	1,79	0,08	1,68	1,91
	Total	17	1,76	0,07	1,66	1,91
BMI	GE	9	21,72	2,53	17,30	24,15
	GC	8	22,08	1,63	20,10	24,93
	Total	17	21,89	2,10	17,30	24,93
PRE_FLEX	GE	9	0,28	9,17	-15,30	11,30
	GC	8	-0,12	9,41	-18,80	10,80
	Total	17	0,09	8,99	-18,80	11,30
PRE_TOL_PD	GE	9	7,22	1,22	5,60	9,60
	GC	8	6,86	1,32	4,00	8,00
	Total	17	7,05	1,24	4,00	9,60
PRE_ROM_PD	GE	9	72,93	11,35	58,00	90,60
	GC	8	75,47	13,88	49,30	90,30
	Total	17	74,12	12,26	49,30	90,60
PRE_TOL_PI	GE	9	7,65	1,19	6,00	10,00
	GC	8	7,47	0,66	6,60	8,60
	Total	17	7,57	0,95	6,00	10,00

PRE_ROM_PI	GE	9	73,42	11,45	56,60	95,30
	GC	8	72,92	12,45	56,60	92,00
	Total	17	73,18	11,55	56,60	95,30

Tabla 4. Estadísticos descriptivos: muestra total y por grupos

7.3 ANÁLISIS DE NORMALIDAD Y COMPARABILIDAD ENTRE GRUPOS

Con el fin de analizar las variables independientes realizamos las pruebas de Kolmogorov-Smirnov, KS con corrección de Lillefors y Shapiro-Wilks para determinar si la distribución en los grupos cumplía los criterios de normalidad y obtuvimos que todas las variables cumplían dichos criterios ($p > 0,05$) exceptuando la edad, el índice de masa corporal (BMI) y la tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna derecha (TOL_PRE_PD) que no los cumplían ($p < 0,05$). (Tabla 5)

	Grupo	Media + Desv. Tip	Normalidad		Homocedasticidad	Homogeneidad
			Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Prueba de Levene	T de student
Edad	GC	18,25 ± 0,46	0.000	0.000	0.485	0.715*
	GE	18,33 ± 0,50	0,000	0,000		
Peso	GC	71,62 ± 9,59	0,200*	0.209	0.841	0.265
	GE	66,11 ± 9,96	0.200*	0.874		
Altura	GC	1,79 ± 0,08	0.200*	0.595	0.296	0.117
	GE	1,74 ± 0,05	0.200*	0.474		
BMI	GC	22,08 ± 1,63	0.200*	0.791	0.056	0.923*
	GE	21,72 ± 2,53	0.042	0.081		
PRE_FL EX	GC	-0,12 ± 9,41	0.200*	0.461	0.897	0.929
	GE	0,28 ± 9,17	0.200*	0.537		
PRE_TOL_PD	GC	6,86 ± 1,32	0.044	0.046	0.944	0.923*
	GE	7,22 ± 1,22	0.200*	0.725		
PRE_ROM_PD	GC	75,4 ± 13,88	0.200*	0.268	0.699	0.684

	GE	72,9 ± 11,35	0.200*	0.391		
PRE_TO L_PI	GC	7,47 ± 0,66	0.200*	0.567	0.229	0.711
	GE	7,65 ± 1,19	0.200*	0.547		
PRE_RO M_PI	GC	72,92 ± 12,45	0.200*	0.674	0.685	0.933
	GE	73,42 ± 11,45	0.200*	0.787		

Tabla 5. Análisis de la normalidad, homocedasticidad y homogeneidad; a. Corrección de la significación de Lilliefors; *. Analizado con prueba no paramétrica U de Mann Whitney; *. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

A continuación, se analizó la homocedasticidad y homogeneidad utilizando la prueba de Levene y la prueba paramétrica T-Student para aquellas variables que cumplieron con los criterios de normalidad. Se obtuvo que las variables peso, altura, flexibilidad pre-intervención (FLEX_PRE), rango de movilidad articular pre-intervención de la cadera de la pierna derecha (ROM_PRE_PD), tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna izquierda (TOL_PRE_PI) y rango de movilidad articular pre-intervención de la cadera de la pierna izquierda (ROM_PRE_PI) cumplieron con los criterios de homocedasticidad y homogeneidad con una ($p > 0,05$). (Tabla 5)

Mientras que para las que no cumplieron dichos criterios ($p < 0,05$) como la edad, el índice de masa corporal y la tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna derecha (TOL_PRE_PD) se empleó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. Observando que todas ellas cumplieron con los criterios de homocedasticidad y homogeneidad con una ($p > 0,05$). (Tabla 6).

Estadísticos de contraste			
	Edad	Body Mass Index	Tolerancia al estiramiento preintervención pierna derecha
U de Mann-Whitney	33,000	35,000	35,000
W de Wilcoxon	69,000	80,000	71,000
Z	-,365	-,096	-,097
Sig. asintót. (bilateral)	,715*	,923*	,923*
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,815^b	,963^b	,963^b

Tabla 6. Prueba no paramétrica U de Mann Whitney

7.4 ANÁLISIS INFERENCIAL

En el siguiente apartado de análisis inferencial pretendemos identificar comparaciones intergrupales, es decir, entre los sujetos de ambos grupos, para el factor grupo (GE y GC), a través de un análisis de medidas repetidas. Para las variables que sí cumplieron con los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba paramétrica para muestras independientes T-Student. No encontramos resultados intergrupales significativos por ninguna de las variables, cabe comentar que la variable rango de movilidad articular de la cadera de la pierna derecha (ROM_PD), se acercó bastante a los valores de significación ($p=0,054$) pero sin ser estadísticamente significativa, al igual que el rango de movilidad articular de la cadera de la pierna izquierda (ROM_PI) con un valor ($p=0,088$). En resumen la movilización neuromeníngea no es más eficaz en comparación con el estiramiento. (Tabla 7).

Variable	Grupo	PRE	POST	Análisis intragrupo (n=17)		Análisis intergrupo (n=17)
				Dif (Pre-Post)	T-Student	T-Student
FLEX	G1	-0,12 ± 9,41	2,07 ± 9,18	-2,20 ± 2,59	0,048	0,326
	G2	0,28 ± 9,17	3,51 ± 8,96	-3,23 ± 1,50	0,000	
TOL_PD	G1	6,86 ± 1,32	6,55 ± 1,41	0,31 ± 0,56	0,105**	0,175*
	G2	7,22 ± 1,22	7,22 ± 1,97	0,00 ± 1,17	0,573**	
ROM_PD	G1	75,47 ± 13,88	75,55 ± 10,86	-0,75 ± 9,88	0,983	0,054
	G2	72,9 ± 1,97	80,66 ± 13,00	-7,73 ± 4,61	0,001	
TOL_PI	G1	7,47 ± 0,66	7,17 ± 1,31	0,30 ± 1,16	0,491	0,309
	G2	7,65 ± 1,19	7,82 ± 1,34	-0,16 ± 0,60	0,433	
ROM_PI	G1	72,92 ± 12,4	72,26 ± 9,79	0,66 ± 8,49	0,832	0,088
	G2	73,42 ± 11,45	80,15 ± 17,21	-6,73 ± 8,22	0,040	

Tabla 7. Análisis inferencial de los resultados, intragrupal e intergrupales. * Analizado con prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann Whitney. ** Analizado con prueba de Wilcoxon, prueba no paramétrica para muestras relacionadas.

Para la variable tolerancia al estiramiento de la pierna derecha (TOL_PD) que no cumplió con los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba U de Mann Whitney. No se observaron diferencias estadísticamente significativas intergrupales ($p > 0,05$). (Tabla 8).

VARIABLE	U de Mann Whitney (prueba no paramétrica para muestras independientes)
DIF_TOL_PD	0,175*

Tabla 8. Análisis con prueba de U de Mann Whitney para muestras independientes.

En este apartado de los resultados inferenciales pretendemos identificar comparaciones intragrupalas, es decir, dentro del mismo grupo, para el factor tiempo (pre-intervención y post-intervención). En primer lugar se analizó el grupo control:

- Grupo control: Para las variables que cumplieron los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba T-Student para muestras relacionadas. Se observaron datos estadísticamente significativos para la variable flexibilidad (FLEX) con una ($p = 0,048$) (Tabla 7). En el caso de la variable tolerancia al estiramiento de la pierna derecha (TOL_PD) que no cumplió con los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba de Wilcoxon, prueba no paramétrica para muestras relacionadas en la que se observaron datos no significativos con un valor ($p = 0,105$). (Tabla 9)

VARIABLE	Prueba de Wilcoxon (prueba no paramétrica para muestras relacionadas)
Tolerancia al estiramiento preintervención pierna derecha	0,105**

Tabla 9. Análisis con prueba de Wilcoxon para el grupo control.

- Grupo experimental: Para las variables que cumplieron los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba T-Student para muestras relacionadas. Se observaron datos estadísticamente significativos para las variables flexibilidad (FLEX) ($p = 0,000$), rango de

movilidad articular de la cadera pierna derecha (ROM_PD) ($p=0,001$) y rango de movilidad articular de la cadera pierna izquierda (ROM_PI) ($p=0,040$) (Tabla 7). En el caso de la variable tolerancia al estiramiento de la pierna derecha (TOL_PD) que no cumplió con los criterios de normalidad y homocedasticidad se realizó la prueba de Wilcoxon, prueba no paramétrica para muestras relacionadas en la que se observaron datos no significativos ($p=0,573$). (Tabla 10)

VARIABLE	Prueba de Wilcoxon (prueba no paramétrica para muestras relacionadas)
Tolerancia al estiramiento preintervención pierna derecha	0,573**

Tabla 10. Análisis con prueba de Wilcoxon para el grupo experimental.

Una vez analizados y organizados todos los datos concluimos que parece ser que la movilización neuromeningea no es mejor que el estiramiento pasivo, sin embargo ambas técnicas son eficaces para la ganancia de flexibilidad isquiotibial, aunque intragrupalmente la movilización neuromeningea tuvo una mejora estadísticamente más significativa ($p=0,000$) que el estiramiento pasivo aplicado al grupo control ($p=0,048$). En cuanto a los rangos de movilidad articular de la cadera derecha e izquierda tuvieron una mejora estadísticamente significativa ($p=0,001$) y ($p=0,040$) respectivamente, lo que quiere decir que la movilización neuromeningea mejoró más la movilidad de la cadera que el estiramiento pasivo.

7.5 CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

Correlación entre la PRE_FLEX y la DIF ROM_PI

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,037$) negativas ($p=-0,696$) entre la flexibilidad pre-intervención (PRE_FLEX) y la diferencia de rango de movilidad articular en la cadera de la pierna izquierda (DIF ROM_PI) en el grupo experimental. De tal manera que a menor flexibilidad isquiotibial pre-intervención, mayor diferencia en el rango de movilidad de la cadera izquierda. Cuanto menos flexibles son los sujetos mayor va a ser el rango de movilidad de la cadera izquierda y la diferencia entre el pre y el post.

Correlación entre la edad y la DIF TOL_PD

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,010$) negativas ($p=-0,834$) entre la edad y la diferencia de la tolerancia al estiramiento en la pierna derecha (DIF TOL_PD) en el grupo control. De tal manera que, a menor edad, mayor es la diferencia de la tolerancia al estiramiento de la pierna derecha. Cuanto más jóvenes son los sujetos menor retracción muscular tienen, por tanto, más tolerancia a la sensación de tirantez que produce el estiramiento.

Correlación entre el peso y la DIF ROM_PI

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,027$) positivas ($p=0,764$) entre el peso y la diferencia de rango de movilidad articular de la cadera izquierda (DIF ROM_PI) en el grupo control. De tal manera que, a mayor peso, mayor diferencia en el rango de movilidad articular de la cadera izquierda.

Correlación entre la altura y la PRE_FLEX

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,009$) negativas ($p=-0,839$) entre la altura y la flexibilidad pre-intervención (PRE_FLEX) en el grupo control. De tal manera que, a menor altura, mayor flexibilidad preintervención.

Correlación entre el BMI y la DIF ROM_PD

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,023$) positivas ($p=0,778$) entre el índice de masa corporal (BMI) y la diferencia de rango de movilidad articular de la cadera derecha (DIF ROM_PD) en el grupo control. De tal manera que, a mayor índice de masa corporal, mayor diferencia de rango de movilidad articular de la cadera derecha.

Correlación entre el BMI y la DIF ROM_PI

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,005$) positivas ($p=0,866$) entre el índice de masa corporal (BMI) y la diferencia de rango de movilidad articular de la cadera izquierda (DIF ROM_PI)

en el grupo control. De tal manera que, a mayor índice de masa corporal, mayor diferencia de rango de movilidad articular de la cadera izquierda.

Correlación entre la TOL_PRE_PD y la DIF TOL_PI

El análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas ($p=0,027$) negativas ($p=-0,764$) entre la tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna derecha y la diferencia de la tolerancia al estiramiento de la pierna izquierda (DIF TOL_PI) en el grupo control. De tal manera que, a menor tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna derecha, mayor diferencia de la tolerancia al estiramiento de la pierna izquierda. Esto puede ser por la relación metamérica entre miembros a nivel medular.

8. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que tanto la movilización neuromeníngea como el estiramiento pasivo proporcionan un aumento de la flexibilidad isquiotibial en el test de Seat&Reach en sujetos sanos a corto plazo. A pesar de que no hubo diferencias significativas entre los dos grupos, las dos intervenciones resultaron ser eficaces pero las diferencias significativas que se obtuvieron en el grupo experimental fueron mayores que en el grupo control, además de mejorar también el rango de movilidad articular de la cadera izquierda y derecha a corto plazo.

Los resultados no confirman nuestra hipótesis inicial de que la movilización neuromeníngea aumenta la flexibilidad isquiotibial frente al estiramiento ya que parece ser que una técnica no es mejor que la otra, ambas son eficaces, pero la neurodinamia produce una mejoría mayor.

La flexibilidad isquiotibial también nos sirve para determinar el riesgo de rotura que tiene el deportista y es importante entrenarla para prevenir las lesiones musculares, ya que es un factor de riesgo importante,^{22, 35} la tensión neural es otro factor predisponente de lesión isquiotibial a tener en cuenta.^{33,34,35,44} Sin embargo, pensamos que la tensión neural juega un papel más importante como limitante de la flexibilidad isquiotibial y rango de movilidad articular.^{20,21,42} además

de la fascia y el tejido blando de alrededor.⁴² Todo este conjunto de restricciones no permiten que se produzca un estiramiento de calidad y preciso sobre el músculo, con lo cual, antes de realizar un estiramiento proponemos trabajar antes la musculatura a nivel fascial, a nivel neural y posteriormente realizar el estiramiento después de haber quitado todas esas tensiones y restricciones. La extensibilidad de estructuras nerviosas puede contribuir en la flexibilidad musculoesquelética.²¹

Por otro lado, *McHugh et al.* en su estudio de la tensión neural afirma que hay una mayor resistencia al estiramiento en una posición de tensión neural y que puede deberse a la elongación de los tejidos neurales (intra neurales) o adherencias entre los tejidos neurales y los circundantes, evitando que los tejidos neurales se deslicen libremente (extraneural),²¹ de esta idea podemos deducir que si no se hace previamente un buen trabajo fascial y muscular de liberación de todas esas adherencias y restricciones, al realizar técnicas de movilización neuromeningea no conseguiremos un deslizamiento y tensionamiento adecuado de las estructuras nerviosas que queremos movilizar o estimular.

La mayoría de estudios que hablan de la movilización neurodinámica o comparan esta técnica con el estiramiento, lo hacen en sujetos sanos con acortamiento isquiotibial^{20,32,33,34,35,38,42} o tensión isquiotibial.³⁶ Hasta ahora, no se habían realizado investigaciones como las de este estudio que se llevaron a cabo en sujetos sanos sin acortamiento muscular, podemos decir que no solo el estiramiento y la neurodinamia mejoran la flexibilidad en sujetos con acortamiento isquiotibial sino que también la mejora en sujetos sanos sin este tipo de alteración muscular. Hay pocas publicaciones que examinen el efecto de la neurodinamia en la flexibilidad isquiotibial y los resultados de este estudio se pueden ver como una adición de más evidencia para la importancia que tiene la mecanosensibilidad del tejido neural en la limitación del SLR.

Castellote-Caballero et al. no comparó el estiramiento pasivo con la movilización neuromeningea pero aplicó una técnica de deslizamiento neurodinámico “Seated straight leg sliders”, la misma que en nuestro estudio, sobre 28 futbolistas jóvenes, con un aumento significativo del rango de movilidad articular de la cadera demostrado usando el test pasivo SLR.³³ En otro estudio de 40 sujetos *Castellote-Caballero et al.* donde sí comparan el estiramiento pasivo con una

técnica de neurodinamia, esta vez diferente a la de nuestro estudio pero basándose en el mismo principio de “sliders” o deslizamiento, y un grupo placebo, observaron que ambas técnicas fueron eficaces, pero el grupo al que se le aplicó neurodinamia obtuvo unas mejoras significativas mayores.³⁵ (Pietrzark & Niels 2016) aplicaron una técnica de “tensioners” o elongación/tensión neural “Modified long sit slump test”, distinta a la empleada en nuestro estudio, obtuvo un incremento de la extensibilidad isquiotibial y la tolerancia al estiramiento homolateral y contralateral en sujetos sanos y activos.²⁰ (Sharma, 2015) comparó en 60 sujetos sanos 3 grupos: en uno aplicó una técnica neurodinámica de deslizamiento o “sliding technique”, como la de nuestro estudio, junto con estiramiento, en otro grupo aplicó una técnica de tensión/elongación “tensioner technique” neurodinámica junto con estiramiento y por último un grupo a los que les realizó únicamente estiramientos. No hubo diferencias significativas entre ambos tipos de técnicas de neurodinamia, las dos fueron eficaces combinadas con los estiramientos para incrementar la flexibilidad isquiotibial en comparación con el estiramiento solo.³⁸ *Mendez-Sánchez et al.* dividió en 2 grupos a 8 jugadores de fútbol, a unos les aplicó una técnica de deslizamiento neurodinámico “sliders”, distinta a la de nuestro estudio, más estiramientos, mientras que a otros les hizo estiramientos solamente. Concluyó que añadiendo una técnica de neurodinamia a los estiramientos el aumento de la flexibilidad isquiotibial y lumbar fue inmediato.⁴⁴ *Areeudomwong et al.* también observó que aplicando una técnica neurodinámica de deslizamiento o “sliders” mejoraba la extensibilidad isquiotibial en futbolistas con tensión isquiotibial.³⁶ *Park et al.* realizó su investigación en 24 adultos sanos aplicándoles la misma técnica neurodinámica que en nuestro estudio y observó que la flexibilidad isquiotibial y el equilibrio postural mejoraron tras la intervención.³² (Ahmed & Samhan 2016) en su estudio de 40 sujetos compararon una técnica de deslizamiento neurodinámica o de “sliders” con estiramiento pasivo. Ambas técnicas mostraron ser eficaces pero hubo más diferencias significativas en el grupo donde se aplicó neurodinamia.⁴² *Pagare et al.* observó también que, tanto la neurodinamia, como el estiramiento activo en este caso eran eficaces para mejorar la flexibilidad isquiotibial en futbolistas con acortamiento muscular pero en esta ocasión sin diferencias significativas entre grupos.³⁴ Todos estos hallazgos sustentan y dan consistencia a los resultados de este estudio. En una revisión sistemática de *Bonser et al.* todos los estudios que analizaron, la neurodinamia y el estiramiento mostraron ser eficaces menos uno que comparan

la neurodinamia con otro tipo de estiramiento de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF hold-relax) que decía que el estiramiento era más eficaz.⁴⁵

La movilización neuromeníngea afecta al flujo axoplásmico, el movimiento del nervio y su tejido conectivo y la circulación del nervio por la alteración de la presión en el sistema nervioso. La movilización neural disminuye la excitabilidad de las células del asta dorsal. El objetivo de la movilización neurodinámica es restaurar la función mecánica y neurofisiológica del nervio.⁴⁶ En neurodinamia hay técnicas de deslizamiento neural o “sliders” y técnicas de tensión/elongación neural o “tensioners”, ambas se pueden combinar en una sola técnica. La técnica de neurodinamia que empleamos es una técnica de deslizamiento o “slider technique” llamada “seated straight leg sliders”. Hemos preferido una técnica de deslizamiento porque *Ellis et al.* en un estudio donde compara varias técnicas de movilización neuromeníngea en el nervio ciático, concluye que la que produce más movimiento en el nervio es la de deslizamiento o “sliding technique”,⁴⁷ al igual que (Coppieters & Butler 2008) en el nervio mediano y cubital,⁴⁸ aunque (Sharma, 2015) concluyó en su estudio que ambas técnicas la de deslizamiento y tensión/elongación son igual de efectivas³⁸ y (Pietrzark & Niels 2016) emplea una técnica de tensión/elongación mejorando la extensibilidad isquiotibial.²⁰ Se cree que la técnica de deslizamiento provoca mayor arrastre neural porque elonga simultáneamente el lecho nervioso de un extremo del nervio mientras se libera la tensión del otro extremo produciendo así un deslizamiento del nervio,⁴⁷ mientras que en la técnica de tensión/elongación neural, a través de movimientos articulares realizados simultáneamente se alarga el lecho nervioso, aplicando una carga de tracción a las estructuras nerviosas.³⁸ Además aplicamos esa técnica porque las técnicas de deslizamiento son las escogidas en la mayoría de estudios.^{33,34,35,36,38,44} La técnica la realizamos bilateralmente,³⁸ aunque otros estudios la realizan unilateralmente.^{32,34,35,36} La realizamos bilateralmente porque suponemos que moviendo las dos extremidades inferiores durante la técnica de deslizamiento aumenta el movimiento del neuroaxis lo suficiente que moviendo una sola extremidad. Esta idea se apoya en un estudio de *Rade et al.* que comparó el desplazamiento in vivo de la médula espinal durante un test SLR unilateral y bilateral mediante resonancia magnética que reveló un desplazamiento significativo de la médula espinal con el SLR bilateral. A pesar de que el estudio utilizó movimientos del SLR, esperamos que esto pueda ser aplicable a los movimientos del “seated straight leg sliders”.^{38,49} Sin embargo, son necesarios

futuros estudios que investiguen acerca de qué manera es mejor y tiene más efectividad la realización de la técnica, bilateralmente o unilateralmente.

En cuanto a la dosis y tiempo de tratamiento los estudios son muy variados. En nuestro estudio realizamos 5 series de 60 segundos realizando la técnica de neurodinamia.^{32,34,35,36} Otros estudios utilizan solo 1 repetición de 180 segundos de tratamiento.^{33,42} Mientras que otro autor realizó 3 series de 5 repeticiones de 5 segundos,²⁰ 3 series: la primera de 10 segundos, la segunda de 15 segundos y la tercera de 20³⁸ o aplican la técnica durante 1 minuto.⁴⁴ Hay controversia sobre este tema y se necesitan más investigaciones para determinar cuál es la dosis adecuada y más efectiva.

Nuestro estudio y la mayoría realizan las intervenciones y mediciones para ver los resultados a corto plazo^{32,33,34,35,38,42,44} pero (Pietrzak & Niels 2016) recogieron mediciones también a las 3 semanas y observaron que la mejora se mantenía, es el único estudio que recoge resultados a medio-largo plazo.²⁰ Esto es muy interesante para futuras investigaciones y determinar exactamente cuánto duran los efectos de la neurodinamia.

No sabemos si la mejora en el grupo al que se aplicó neurodinamia se debe al número de repeticiones del movimiento, alterando así la viscoelasticidad del tejido muscular o debido a la disminución de la mecanosensibilidad neural.³⁸ En nuestro estudio la flexibilidad isquiotibial mejoró con la movilización neuromeníngea, hay varias teorías acerca del mecanismo de la técnica de neurodinamia por el cual, contribuye a la mejora de la flexibilidad. Los cambios pueden haber sido secundarios a la disminución de la sensibilidad neuromeníngea, una explicación alternativa puede ser que los deslizamientos neurodinámicos llevaron a una modificación de la sensación de tal manera que las percepciones de estiramiento o dolor se alteraron.^{35,50} *Areeundomwong et al.* proponen 3 teorías: en primer lugar, un fuerte input aferente el estiramiento agudo que puede disminuir la activación de mecanorreceptores y propioceptores que también puede afectar a una adaptación sensorial (“teoría sensorial”) y permitir de esta manera un aumento del rango de movilidad articular. En segundo lugar la neurodinamia puede provocar mas movimiento de las estructuras neurales en el canal vertebral, zona glútea y especialmente en el nervio ciático en la parte posterior del muslo. También puede disminuir la mecanosensibilidad neural que puede ser un factor determinante en el aumento

de la extensibilidad aparente de los isquiotibiales. Y por último la movilización induce el deslizamiento del nervio ciático en el muslo con respecto a los extremos del nervio realizando movimientos articulares que alargan los extremos del nervio y el sistema fascial, incluyendo los músculos isquiotibiales.³⁶ Otra explicación es que si la tensión se aplica al sistema nervioso mientras se aplica neurodinamia, la reducción de la sección transversal y el incremento de la presión en el nervio provocan la extensión y movimiento del nervio ciático junto con los isquiotibiales en concordancia, resultando en un incremento de la flexibilidad.^{32,42} Varios estudios se apoyan en la “teoría sensorial” de Weppler y Magnusson,^{33,34,35,36,50} según esta teoría, los aumentos en la extensibilidad del tejido se deben más bien a una modificación de la sensación que a cambios en la estructura muscular, es decir, al cambio en la percepción del individuo de estiramiento o dolor. Los movimientos neurodinámicos pueden provocar estas modificaciones. Por lo tanto, la primera barrera de dolor que limita el rango isquiotibial se incrementa debido a la adopción de un “nuevo punto de parada” para la limitación en el rango de los isquiotibiales basado en percepciones alteradas de estiramiento o dolor.^{34,50} Además, los factores psicológicos también pueden desempeñar un papel importante porque los sujetos son conscientes de participar en una técnica de estiramiento, con lo cual, el aumento de la extensibilidad puede ser debido a la expectativa de mayor flexibilidad debido a la intervención y/o la voluntad de los sujetos a tolerar un mayor estiramiento.^{34,50} Esta propuesta se ve apoyada en un estudio que demuestra que una técnica de inhibición suboccipital altera la flexibilidad isquiotibial cuando se compara con un grupo placebo. Los autores midieron la flexibilidad de 3 maneras (test de flexión lumbar, SLR, test de medición del ángulo poplíteo) y el aumento del umbral del dolor a la presión en determinados puntos gatillo de la musculatura isquiotibial. 70 sujetos fueron asignados aleatoriamente al grupo placebo o al grupo que recibió la inhibición suboccipital. Se encontraron diferencias significativas antes y después en las 3 mediciones y en el umbral de dolor a la presión para la técnica de inhibición suboccipital pero no para el grupo placebo. El hecho de que una técnica tan lejana pudiera tener un efecto inmediato sobre la extensibilidad isquiotibial puede apoyar la “teoría sensorial”. Parece razonable atribuir el aumento observado en la flexibilidad a cambios en la percepción de estiramiento o dolor de los sujetos.^{33,35} Aunque nuestro estudio no proporciona información sobre el mecanismo de acción de la neurodinamia ni los cambios que genera a ese nivel, sí sugiere que la movilización neuromeningea puede aumentar significativamente la flexibilidad isquiotibial en futbolistas sanos.

Existen gran variedad de técnicas de estiramiento. Al igual que en este estudio, en la mayoría de estudios donde comparan el estiramiento con la neurodinamia se obtuvieron diferencias significativas como técnica eficaz para la ganancia de flexibilidad isquiotibial,^{34,35,42,44} a pesar de que no todos emplearon la misma técnica. En nuestro estudio utilizamos el estiramiento estático pasivo como intervención en el grupo control con una dosis de 5 series de 30 segundos alternando cada pierna.^{33,42} Mientras que otros autores utilizan un estiramiento bilateral “rana al aire” durante 5 minutos⁴⁴ o un estiramiento estático activo en sedestación durante 30 segundos.³⁴ Usamos el estiramiento estático pasivo porque demostró ser efectivo en incrementar la flexibilidad isquiotibial,⁴¹ en otros dos estudios se compara el estiramiento activo con el pasivo obteniendo mejores resultados el estiramiento pasivo.^{39,40}

No está del todo claro cuál es la dosis de estiramiento, parece que un periodo de 30 segundos es el más efectivo y periodos de más de 30 segundos no mostraron ser tan efectivos. Sin embargo hay estudios que muestran que estiramientos de corta duración incrementando las repeticiones resultó en ganancias de rango de movilidad articular similares. Otros autores afirman que es más importante el tiempo de estiramiento que el número de repeticiones. Esos estudios investigaron la efectividad de técnicas de estiramiento a largo plazo, a los que les aplicaron estiramientos durante semanas consiguieron mayor rango de movimiento frente a los que estiraron durante una sola sesión; sin embargo, aquellos estudios que emplearon solo una sesión de estiramiento obtuvieron también ganancias estadísticamente significativas en el rango de movilidad.⁴³ Por tanto, son necesarias más investigaciones acerca de qué técnica de estiramiento produce mayores mejoras en la flexibilidad isquiotibial y cuál es la dosis más eficaz y correcta de tratamiento.

Se han propuesto varias teorías mecánicas para explicar el aumento de la extensibilidad muscular después del estiramiento estático en las que se incluyen la deformación viscoelástica del músculo, deformación plástica, aumento de sarcómeros en serie y relajación muscular.^{34,50} Teniendo en cuenta las características de la técnica de estiramiento que hemos usado en el presente estudio, las ganancias en el rango de movilidad pueden atribuirse a la teoría de la deformación viscoelástica. De acuerdo con la teoría un aumento inmediato de la longitud muscular después de un estiramiento estático puede deberse al comportamiento viscoso de los músculos, la magnitud y duración de este

aumento de longitud dependen de la elasticidad inherente de los músculos. Las otras teorías no concuerdan con los resultados obtenidos en este estudio porque para que se de la deformación plástica en el tejido conectivo la carga tensional del estiramiento tienen que ser alta. Para incrementar el número de sarcómeros el músculo necesita estiramientos durante 3-8 semanas. Los reflejos de estiramiento se activan durante tramos muy rápidos y cortos de músculos que están en una posición de rango medio, produciendo una contracción muscular de corta duración.^{34,50} El aumento de la extensibilidad muscular, también puede deberse a la facilitación del órgano tendinoso de Golgi. La tensión estática situada en la unidad musculo-tendón activa el órgano tendinoso de Golgi produciendo una inhibición autogénica del músculo que se estira.³⁴ Aunque nuestro estudio no proporciona información sobre el mecanismo de acción de el estiramiento ni los cambios que genera a ese nivel, sí sugiere que el estiramiento puede aumentar significativamente la flexibilidad isquiotibial en futbolistas sanos.

Varios estudios afirman que la ganancia de flexibilidad después de las intervenciones no es debido a cambios en la elasticidad muscular, sino más bien a que se ha incrementado la tolerancia al estiramiento.^{33,35,36,42,50} La variable tolerancia al estiramiento, en nuestro estudio no tuvo diferencias significativas, con lo cual, no podemos atribuir a este hecho la ganancia de flexibilidad, aunque el análisis de asociación encontró correlaciones estadísticamente significativas entre la PRE_TOL_PD y la DIF TOL_PI, de tal manera que, a menor tolerancia al estiramiento pre-intervención de la pierna derecha, mayor diferencia de la tolerancia al estiramiento de la pierna izquierda. (Pietrzak y Niels 2016) obtuvieron resultados beneficiosos en el miembro contralateral pero con la aplicación de un estiramiento neurodinámico.²⁰ En cambio, en un estudio, la tolerancia al estiramiento se incrementó después de aplicar neurodinamia, apoyándose en mecanismos que modulan la tolerancia al estiramiento como el sistema inhibitorio nocivo difuso, mecanismo inhibitor nociceptivo “gating” en el asta dorsal espinal o el sistema nervioso simpático.²⁰ Podemos pensar que nuestro estudio, al llevarlo a cabo en sujetos sanos sin medir el acortamiento muscular, la restricción es menor y por tanto la tolerancia al estiramiento es posible que sea menor y por ello no hubo una mejora significativa. Este estudio junto al nuestro son los únicos que midieron la tolerancia al estiramiento después de las intervenciones. Son necesarios futuros estudios que investiguen acerca de los mecanismos y modulación de la tolerancia al estiramiento.

En el estudio actual hubo varias limitaciones. En primer lugar, la muestra de 17 sujetos es pequeña e incluye solo varones jóvenes, con lo cual, no podemos generalizar los resultados en la población. Además este estudio analiza los resultados a corto plazo. Sería interesante que futuras líneas de investigación analizaran los efectos de ambas técnicas a largo plazo, en diferentes poblaciones, otros músculos, diferentes deportes y en el género femenino; también sería interesante que se comparasen otros tipos de técnicas de estiramiento y de neurodinamia. Otra limitación es cómo valoramos la tolerancia con la escala EVA, al final del test SLR preguntamos del 0-10 cuál era la sensación pudiendo sugerir a los sujetos. Deberíamos de haberles enseñado visualmente en un papel la escala del 0-10 para que ellos marcaran el valor en el momento. Otra limitación del estudio es que no sabemos que dosis tiene mayores efectos duraderos y potenciales.

9. CONCLUSIONES

Ambas técnicas resultaron ser eficaces para mejorar la flexibilidad isquiotibial en futbolistas sanos jóvenes, no hay una mejor que otra, pero sí podríamos decir que la movilización neuromeníngea produce una mejoría mayor frente al estiramiento. En el deporte el estiramiento se usa más que la neurodinamia, podrían combinarse ambas técnicas para obtener mayores resultados e introducir ejercicios de neurodinamia en protocolos de prevención de lesiones, sobretodo musculares para disminuir la posible tensión neural ya que es un factor predisponente de lesión isquiotibial, no exclusivamente en deportistas con acortamiento. Es importante liberar antes las posibles restricciones fasciales y neurales para posteriormente realizar un estiramiento preciso y de calidad que incida de manera analítica sobre la musculatura diana. Ambas técnicas no consiguieron un incremento de la tolerancia al estiramiento.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Jarmey C. Atlas conciso de los músculos. 1ª ed. España: Paidotribo; 2008. p. 129.
2. Miralles Marrero R, Puig Cunillera M. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 1998. p. 236.
3. Kapandji A. Fisiología articular. Vol. 2. 6ª ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2010. p. 146.
4. Garrett Jr W, Califf J, Bassett F. Histochemical correlates of hamstring injuries. *Am J Sports Med* 1984;12(2):98-103.
5. Evangelidis PE, Massey GJ, Ferguson RA, Wheeler PC, Pain MT, Folland JP. The functional significance of hamstrings composition: is it really a "fast" muscle group? *Scand J Med Sci Sports*. 2016.
6. Anbumani T, Thamarai S, Anthony AS. Sciatic Nerve and its Variations: An Anatomical Study. 2015.
7. Berihu BA, Debeb YG. Anatomical variation in bifurcation and trifurcations of sciatic nerve and its clinical implications: in selected university in Ethiopia. *BMC research notes* 2015;8(1):633.
8. Mendiguchia J, Martínez-Ruiz E, Morin J, Samozino P, Edouard P, Alcaraz P, Esparza-Ros F, Méndez-Villanueva A. Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(6):621-629.
9. Novacheck TF. The biomechanics of running. *Gait & Posture*. 1998;7(1):77-95.
10. Jones RI, Ryan B, Todd AI. Muscle fatigue induced by a soccer match-play simulation in amateur Black South African players. *J Sports Sci*. 2015;33(12):1305-1311.
11. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries. *Sports Medicine* 2012;42(3):209-226.
12. Geist K, Bradley C, Hofman A, Koester R, Roche F, Shields A, et al. Clinical Effects of Dry Needling Among Asymptomatic Individuals With Hamstring Tightness: A Randomized Controlled Trial. *J Sport Rehab* :1-31.
13. Di Trani Lobacz A, Glutting J, Kaminski TW. Clinical Practice Patterns and Beliefs in the Management of Hamstrings Strain Injuries. *Journal of athletic training* 2016;51(2):162-174.

14. Grassi A, Quaglia A, Canata GL, Zaffagnini S. An update on the grading of muscle injuries: a narrative review from clinical to comprehensive systems. *Joints* 2016;4(1):39.
15. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-1232.
16. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011 Jun;45(7):553-558.
17. Edouard P, Branco P, Alonso JM. Muscle injury is the principal injury type and hamstring muscle injury is the first injury diagnosis during top-level international athletics championships between 2007 and 2015. *Br J Sports Med.* 2016 May;50(10):619-630.
18. Eirale C, Farooq A, Smiley FA, Tol JL, Chalabi H. Epidemiology of football injuries in Asia: a prospective study in Qatar. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2013;16(2):113-117.
19. De Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca JJ, Domínguez-Cobo S. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Rev Andal Med Deporte.* 2013;6(1):28-35
20. Pietrzak M, Vollard NB. Effects of a Novel Neurodynamic Tension Technique on muscle extensibility And Stretch Tolerance: A Counterbalanced Cross-Over Study. *J Sport Rehab.* 2016:1-31.
21. McHugh M, Johnson C, Morrison R. The role of neural tension in hamstring flexibility. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(2):164-169.
22. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *Am J Sports Med.* 2003;31(1):41-46.
23. Declaración de Helsinki de la AMM-principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, Junio, 1964, y enmendada por la 29ª Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, Octubre 1975; 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, Octubre 1983; 41ª Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, Septiembre 1989; 48ª Asamblea Médica General, Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996 y la 52ª Asamblea General, Edimburgo, Escocia, Octubre 2000; Nota de clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Whashington 2004; Nota de clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio

- 2004; 59^a Asamblea General, Seúl, Corea, Octubre 2008; 64^a Asamblea General, Fortaleza, Brasil, Octubre 2013.
24. Borrás Boix X, Comella Cayuela A, Marin F, Comella R, Cirera E. Comparación entre la videografía y el método Sit and Reach para la valoración de la flexibilidad isquiotibial en deportistas escolares. 2007.
 25. López-Miñarro PÁ, Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Espejo-Antúnez L. Validez del test sit-and-reach para valorar la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Nutrición Hospitalaria*. 2015;32(n01):312-317.
 26. Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med*. 2003 Feb;37(1):59-61.
 27. Ayala F, de Baranda PS, de Ste Croix M, Santonja F. Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2012;5(2):57-66.
 28. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med*. 2014 Jan 20;13(1):1-14.
 29. Carlsson AM. Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. *Pain* 1983;16(1):87-101.
 30. Marshall PW, Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(6):535-540.
 31. McCormack HM, David JdL, Sheather S. Clinical applications of visual analogue scales: a critical review. *Psychol Med*. 1988;18(04):1007-1019.
 32. Park J, Cha J, Kim H, Asakawa Y. Immediate effects of a neurodynamic sciatic nerve sliding technique on hamstring flexibility and postural balance in healthy adults. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2014;3(1):38-42.
 33. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Puentedura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C, Albuquerque-Sendín F. Immediate effects of neurodynamic sliding versus muscle stretching on hamstring flexibility in subjects with short hamstring syndrome. *J Sports Med* 2014;2014.
 34. Pagare VK, Ganacharya PM, Sareen A, Palekar TJ. Effect of neurodynamic sliding technique versus static stretching on hamstring flexibility in football players with short hamstring syndrome. *J Musculoskeletal Res*. 2014;17(02):1450009.

35. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Martín-Martín L, Cabrera-Martos I, Puenteadura EJ, Fernández-de-las-Peñas C. Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study. *Physical therapy in sport*. 2012;30(1):e7.
36. Areeudomwong P, Oatyimprai K, Pathumb S. A Randomised, Placebo-Controlled Trial of Neurodynamic Sliders on Hamstring Responses in Footballers with Hamstring Tightness. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS* 2016;23(6):60.
37. Nee RJ, Butler D. Management of peripheral neuropathic pain: integrating neurobiology, neurodynamics, and clinical evidence. *Physical Therapy in Sport*. 2006;7(1):36-49.
38. Sharma S, Balthillaya G, Rao R, Mani R. Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: A randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport*. 2016;17:30-37.
39. Nishikawa Y, Aizawa J, Kanemura N, Takahashi T, Hosomi N, Maruyama H, et al. Immediate effect of passive and active stretching on hamstrings flexibility: a single-blinded randomized control trial. *Journal of physical therapy science* 2015;27(10):3167-3170.
40. Fasen JM, O'Connor AM, Schwartz SL, Watson JO, Plastaras CT, Garvan CW, et al. A randomized controlled trial of hamstring stretching: comparison of four techniques. *J Strength Cond Res* 2009 Mar;23(2):660-667.
41. Medeiros DM, Cini A, Sbruzzi G, Lima CS. Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice* 2016;32(6):438-445.
42. Ahmed AR, Samhan AF. Short Term Effects of Neurodynamic Stretching and Static Stretching Techniques on Hamstring Muscle Flexibility in Healthy Male Subjects. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL RESEARCH & HEALTH SCIENCES* 2016;5(5):36-41.
43. Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2005;35(6):377-387.
44. Méndez-Sánchez R, Albuquerque-Sendín F, Fernández-de-las-Peñas C, Barbero-Iglesias FJ, Sánchez-Sánchez C, Calvo-Arenillas JI, et al. Immediate effects of adding a sciatic nerve slider technique on lumbar

- and lower quadrant mobility in soccer players: a pilot study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2010;16(6):669-675.
45. Bonser RJ, Hancock CL, Hansberger BL, Loutsch RA, Stanford EK, Zeigel AK, et al. Changes in Hamstring Range of Motion Following Neurodynamic Sciatic Sliders: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehab* 2016:1-16.
 46. Basson A, Olivier B, Ellis R, Coppieters M, Stewart A, Mudzi W. The effectiveness of neural mobilizations in the treatment of musculoskeletal conditions: a systematic review protocol. *JBI Database System Rev Implement Rep* 2015 Jan;13(1):65-75.
 47. Ellis RF, Hing WA, McNair PJ. Comparison of longitudinal sciatic nerve movement with different mobilization exercises: an in vivo study utilizing ultrasound imaging. *journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2012;42(8):667-675.
 48. Coppieters MW, Butler DS. Do 'sliders' slide and 'tensioners' tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Man Ther* 2008;13(3):213-221.
 49. Rade M, Kononen M, Vanninen R, Marttila J, Shacklock M, Kankaanpää M, et al. 2014 young investigator award winner: In vivo magnetic resonance imaging measurement of spinal cord displacement in the thoracolumbar region of asymptomatic subjects: part 2: comparison between unilateral and bilateral straight leg raise test. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014 Jul 15;39(16):1288-1293.
 50. Weppeler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Phys Ther* 2010;90(3):438.

11. ÍNDICE DE IMÁGENES Y TABLAS

FIGURA 1.....	17
FIGURA 2.....	19
FIGURA 3.....	20
FIGURA 4.....	21
FIGURA 5.....	23
FIGURA 6.....	24
TABLA 1.....	25
TABLA 2.....	25
TABLA 3.....	25
TABLA 4.....	26
TABLA 5.....	27
TABLA 6.....	28
TABLA 7.....	29
TABLA 8.....	30
TABLA 9.....	30
TABLA 10.....	31

12. ANEXOS

Anexo I: HOJA DE INFORMACION AL PACIENTE

TRABAJO FIN DE MÁSTER: Enrique Aranda López

TÍTULO DEL ESTUDIO: “MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA”.

Antes de dar su consentimiento para participar en este estudio, lea por favor las líneas siguientes y formule todas las preguntas que considere pertinentes. En este estudio se le tomarán mediciones:

- El dolor/tolerancia al estiramiento mediante la escala visual analógica (EVA).
- La flexibilidad de la musculatura isquiotibial, mediante un test Seat & Reach).
- El rango de movilidad articular (ROM) de flexión de cadera, mediante un goniómetro y un SLR test.

A continuación se le realizará unas maniobras fisioterápicas que serán explicadas verbalmente con anterioridad por el profesional que las llevará a cabo. Estas intervenciones, diagnósticas y de tratamiento, no entrañan ningún riesgo para su salud. Durante su realización no debe sentir molestias o dolor, si fuera así, infórmelo al profesional actuante.

Antes de la realización del estudio se le harán una serie de preguntas que determinarán si se encuentra en condiciones de participar en este estudio. Durante la realización del estudio no haremos referencia a los valores que se registren, ni de los efectos de las técnicas correspondientes, pero al finalizar el mismo podremos responder a todas las preguntas que usted desee.

Si en cualquier momento de este estudio Vd. desea interrumpir el mismo por cualquier motivo, solo debe indicarlo al profesional que se encuentre con Vd. y no es necesario que dé ningún tipo de explicaciones por ello.

Yo, D (*nombre y apellidos*).....

**Acepto libremente y voluntariamente participar en la investigación médica titulada “
MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA
MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA”.**

Y declaro :

- Que se me ha informado y respondido a todas mis preguntas, que se me ha precisado que mi participación en esta investigación es libre y voluntaria.
- Que he leído y comprendido en la nota informativa que se me ha entregado, los objetivos, modalidades, pruebas e intervenciones de esta investigación y que para participar, necesito cumplir algunas características.
- Soy perfectamente consciente de que me puedo retirar en cualquier momento de la investigación por cualquier motivo sin soportar ninguna responsabilidad, pero me comprometo a informar de ello al investigador principal. El hecho de no participar en la investigación, no conllevará una mala relación con el profesional.
- He estado bien informado de que todas las pruebas que se realizarán, incluidos los test iniciales, que son sencillos y no conllevan ningún peligro ni efectos adversos sobre mi bienestar. Éstas acontecerán en lugares específicos determinados por los profesionales bien cualificados para un buen funcionamiento de la investigación.

Por lo tanto, consiento y autorizo a Enrique Aranda López, a que realice el estudio correspondiente.

En Granada, ade.....20...

Investigador principal: Enrique Aranda López

Anexo II: CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ESTUDIO CLÍNICO DENOMINADO:

**“MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA
MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA”.**

Estudio Clínico Aleatorizado, Cegado y Controlado

Es importante que lea esta información de forma cuidadosa y completa. Por favor, firme en cada página, indicando así que la ha leído y comprende su información. Es importante que hayan sido

respondidas todas sus preguntas antes de que firme el consentimiento de la última página del documento, que expresa su decisión libre y voluntaria de participación en esta investigación.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio pretende validar y comparar la eficacia de dos técnicas de tratamiento para la mejora de la flexibilidad, una aplicada sobre el nervio ciático y la otra sobre la musculatura isquiotibial, en jugadores de fútbol sanos

¿EN QUÉ CONSISTE ESTE ESTUDIO?

El estudio consiste en observar si se producen modificaciones post-tratamiento de los diferentes parámetros medidos en sujetos sanos.

¿QUÉ PRUEBAS EXPLORATORIAS LE REALIZARÁN?

- El dolor/tolerancia al estiramiento mediante la escala visual analógica (EVA).
- La flexibilidad de la musculatura isquiotibial, mediante un test Seat & Reach).
- El rango de movilidad articular (ROM) de flexión de cadera, mediante un goniómetro y un SLR test.

¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS Y RIESGOS DEL ESTUDIO?

El estudio no entraña ningún riesgo. El beneficio que busca es el de mejorar la flexibilidad buscando la mejor técnica u otro tipos de técnicas.

El estudio cumple los requisitos exigidos para experimentación con sujetos humanos, y se ajusta a las normativas vigentes en España y en la Unión Europea, habiendo sido aprobado para su realización por el Comité Ético de, con fecha de de 20.....

Se me proporcionará una copia de este documento si lo preciso.

Firma participante:

Anexo III: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS PERSONALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER (INVESTIGADOR: ENRIQUE ARANDA LÓPEZ)

TÍTULO DEL ESTUDIO: “ **MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA**”.

Número de sujeto:		
Apellidos:		
Nombre:		
Fecha de nacimiento:		
Dirección:		
Localidad:		
Teléfono:		
Sexo:		
Medidas: BMI:	Peso:	Talla:
Posición en el campo:		
Pierna dominante:		
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	SÍ	NO
Sujetos entre 18 y 20 años		
participación activa en fútbol (entrenamientos y partidos) mínimo 5h/semana y 3 días/semana.		
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	SÍ	NO
Lesión isquiotibial previa en el último año		
Dolor lumbar agudo		
Dolor lumbar en los últimos 6 meses		
Diagnóstico de hernia o protrusión lumbar		
Dolor cervical		
Accidente traumático cervical (latigazo cervical)		
Problemas de crecimiento		
Trastornos ortopédicos y neurológicos que afecten miembros inferiores (neuropatía periférica, fracturas, lesiones meniscales)		
BMI 25-30 kg/cm ²		
Sujetos sometidos a algún protocolo de flexibilidad isquiotibial en los últimos 6 meses		

Fecha de inclusión en el estudio:

Grupo de tratamiento:

Anexo IV: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS PREINTERVENCIÓN

FLEXIBILIDAD								
PREINTERVENCIÓN								
	1a	2a	3a	Media				
SEAT & REACH								
TOLERANCIA AL ESTIRAMIENTO/DOLOR								
PREINTERVENCIÓN								
	DERECHO				IZQUIERDO			
	0-10				0-10			
EVA								
ROM								
PREINTERVENCIÓN								
	DERECHO				IZQUIERDO			
	1a	2a	3a	Media	1a	2a	3a	Media
SLR								

Anexo V: HOJA DE RECOGIDA DE DATOS POSTINTERVENCIÓN

FLEXIBILIDAD				
POSTINTERVENCIÓN				
	1a	2a	3a	Media

SEAT & REACH								
TOLERANCIA AL ESTIRAMIENTO/DOLOR								
POSTINTERVENCIÓN								
	DERECHO				IZQUIERDO			
	0-10				0-10			
EVA								
ROM								
POSTINTERVENCIÓN								
	DERECHO				IZQUIERDO			
	1a	2a	3a	Media	1a	2a	3a	Media
SLR								

Anexo VI: DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL²³

**TÍTULO DEL ESTUDIO: “ MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO
PASIVO EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE
CANTERA”.**

INTRODUCCIÓN

1. La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. La investigación médica en seres humanos incluye la investigación del material humano o de información identificables.

La Declaración debe ser considerada como un todo y un párrafo debe ser aplicado con consideración de todos los otros párrafos pertinentes.

2. Conforme al mandato de la AMM, la Declaración está destinada principalmente a los médicos. La AMM insta a otros involucrados en la investigación médica en seres humanos a adoptar estos principios.

PRINCIPIOS GENERALES

3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula “velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente”, y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: “El médico debe considerar lo mejor para el paciente cuando preste atención médica”.

4. El deber del médico es promover y velar por a salud, bienestar y derechos de los pacientes, incluidos los que aprticipan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

5. El progreso de la medicina se basa en la investigación que, en último término, debe incluir estudios en seres humanos.

6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad.

7. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales.

8. Aunque el objetivo principal de la investigación médica es generar nuevos conocimientos, este objetivo nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de la persona que participa en la investigación.

9. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. La responsabilidad de la protección de las personas que toman parte en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro profesional de la salud y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento

10. Los médicos deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que las normas y estándares internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico nacional o

internacional disminuya o elimine cualquiera medida de protección para las personas que participan en la investigación establecida en esta Declaración.

11. La investigación médica debe realizarse de manera que reduzca al mínimo el posible daño al medio ambiente.

12. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas con la educación, formación y calificaciones científicas y éticas apropiadas. La investigación en pacientes o voluntarios sanos necesita la supervisión de un médico u otro profesional de la salud competente y calificado apropiadamente.

13. Los grupos que están subrepresentados en la investigación médica deben tener un acceso apropiado a la participación en la investigación.

14. El médico que combina la investigación médica con la atención médica debe involucrar a sus pacientes en la investigación sólo en la medida en que esto acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico y si el médico tiene buenas razones para creer que la participación en el estudio no afectará de manera adversa la salud de los pacientes que toman parte en la investigación.

15. Se debe asegurar compensación y tratamiento apropiados para las personas que son dañadas durante su participación en la investigación.

RIESGOS, COSTES Y BENEFICIOS

16. En la práctica de la medicina y de la investigación médica, la mayoría de las intervenciones implican algunos riesgos y costos.

La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo y los costos para la persona que participa en la investigación.

17. Toda investigación médica en seres humanos debe ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos y los costos para las personas y los grupos que participan en la investigación, en comparación con los beneficios previsibles para ellos y para otras personas o grupos afectados por la enfermedad que se investiga.

Se deben implementar medidas para reducir al mínimo los riesgos. Los riesgos deben ser monitoreados, evaluados y documentados continuamente por el investigador.

18. Los médicos no deben involucrarse en estudios de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria.

Cuando los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados definitivos, los médicos deben evaluar si continúan, modifican o suspenden inmediatamente el estudio.

GRUPOS Y PERSONAS VULNERABLES

19. Algunos grupos y personas sometidas a la investigación son particularmente vulnerables y pueden tener más posibilidades de sufrir abusos o daño adicional.

Todos los grupos y personas deben recibir protección específica.

20. La investigación médica en un grupo vulnerable sólo se justifica si la investigación responde a las necesidades o prioridades de salud de este grupo y la investigación no puede realizarse en un grupo no vulnerable. Además, este grupo podrá beneficiarse de los conocimientos, prácticas o intervenciones derivadas de la investigación.

REQUISITOS CIENTÍFICOS Y PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

21. La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.

22. El proyecto y el método de todo estudio en seres humanos deben describirse claramente y ser justificados en un protocolo de investigación.

El protocolo debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso y debe indicar cómo se han considerado los principios enunciados en esta Declaración. El protocolo debe incluir información sobre financiamiento, patrocinadores, afiliaciones institucionales, posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio y la información sobre las estipulaciones para tratar o compensar a las personas que han sufrido daños como consecuencia de su participación en la investigación.

En los ensayos clínicos, el protocolo también debe describir los arreglos apropiados para las estipulaciones después del ensayo.

COMITÉS DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

23. El protocolo de la investigación debe enviarse, para consideración, comentario, consejo y aprobación al comité de ética de investigación pertinente antes de comenzar el estudio. Este comité debe ser transparente en su funcionamiento, debe ser independiente del investigador, del

patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida y debe estar debidamente calificado. El comité debe considerar las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación, como también las normas internacionales vigentes, pero no se debe permitir que éstas disminuyan o eliminen ninguna de las protecciones para las personas que participan en la investigación establecidas en esta Declaración.

El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. No se debe hacer ninguna enmienda en el protocolo sin la consideración y aprobación del comité. Después que termine el estudio, los investigadores deben presentar un informe final al comité con un resumen de los resultados y conclusiones del estudio.

PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

24. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

25. La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación médica debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o líderes de la comunidad, ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en un estudio, a menos que ella acepte libremente.

26. En la investigación médica en seres humanos capaces de dar su consentimiento informado, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento, estipulaciones post estudio y todo otro aspecto pertinente de la investigación. La persona potencial debe ser informada del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias. Se debe prestar especial atención a las necesidades específicas de información de cada individuo potencial, como también a los métodos utilizados para entregar la información.

Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

Todas las personas que participan en la investigación médica deben tener la opción de ser informadas sobre los resultados generales del estudio.

27. Al pedir el consentimiento informado para la participación en la investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo potencial está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En una situación así, el consentimiento informado debe ser pedido por una persona calificada adecuadamente y que nada tenga que ver con aquella relación.

28. Cuando el individuo potencial sea incapaz de dar su consentimiento informado, el médico debe pedir el consentimiento informado del representante legal. Estas personas no deben ser incluidas en la investigación que no tenga posibilidades de beneficio para ellas, a menos que ésta tenga como objetivo promover la salud del grupo representado por el individuo potencial y esta investigación no puede realizarse en personas capaces de dar su consentimiento informado y la investigación implica sólo un riesgo y costo mínimos.

29. Si un individuo potencial que participa en la investigación considerado incapaz de dar su consentimiento informado es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el médico debe pedirlo, además del consentimiento del representante legal. El desacuerdo del individuo potencial debe ser respetado.

30. La investigación en individuos que no son capaces física o mentalmente de otorgar consentimiento, por ejemplo los pacientes inconscientes, se puede realizar sólo si la condición física/mental que impide otorgar el consentimiento informado es una característica necesaria del grupo investigado. En estas circunstancias, el médico debe pedir el consentimiento informado al representante legal. Si dicho representante no está disponible y si no se puede retrasar la investigación, el estudio puede llevarse a cabo sin consentimiento informado, siempre que las razones específicas para incluir a individuos con una enfermedad que no les permite otorgar consentimiento informado hayan sido estipuladas en el protocolo de la investigación y el estudio haya sido aprobado por un comité de ética de investigación. El consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.

31. El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación o su decisión de retirarse nunca debe afectar de manera adversa la relación médico-paciente.

32. Para la investigación médica en que se utilice material o datos humanos identificables, como la investigación sobre material o datos contenidos en biobancos o depósitos similares, el médico debe pedir el consentimiento informado para la recolección, análisis, almacenamiento y reutilización. Podrá haber situaciones excepcionales en las que será imposible o impracticable obtener el consentimiento para dicha investigación. En esta situación, la investigación sólo puede ser realizada después de ser considerada y aprobada por un comité de ética de investigación.

USO DE PLACEBO

33. Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de toda intervención nueva deben ser evaluados mediante su comparación con las mejores intervenciones probadas, excepto en las siguientes circunstancias:

Cuando no existe una intervención probada, el uso de un placebo, o ninguna intervención, es aceptable o

Cuando por razones metodológicas, científicas y apremiantes, el uso de cualquiera intervención menos eficaz que la mejor probada, el uso de un placebo o ninguna intervención es necesario para determinar la eficacia y la seguridad de una intervención.

y los pacientes que reciben cualquiera intervención menos eficaz que la mejor probada, el placebo o ninguna intervención, no correrán riesgos adicionales, efectos adversos graves o daño irreversible como consecuencia de no recibir la mejor intervención probada.

Se debe tener muchísimo cuidado para evitar abusar de esta opción.

ESTIPULACIONES POST ENSAYO

34. Antes del ensayo clínico, los auspiciadores, investigadores y los gobiernos de los países anfitriones deben prever el acceso post ensayo a todos los participantes que todavía necesitan una intervención que ha sido identificada como beneficiosa en el ensayo. Esta información también se debe proporcionar a los participantes durante el proceso del consentimiento informado.

INSCRIPCIÓN Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

35. Todo estudio de investigación con seres humanos debe ser inscrito en una base de datos disponible al público antes de aceptar a la primera persona.

36. Los investigadores, autores, auspiciadores, directores y editores todos tienen obligaciones éticas con respecto a la publicación y difusión de los resultados de su investigación. Los investigadores tienen el deber de tener a la disposición del público los resultados de su investigación en seres humanos y son responsables de la integridad y exactitud de sus informes. Todas las partes deben aceptar las normas éticas de entrega de información. Se deben publicar tanto los resultados negativos e inconclusos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y conflictos de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

INTERVENCIONES NO PROBADAS EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

37. Cuando en la atención de un enfermo las intervenciones probadas no existen u otras intervenciones conocidas han resultado ineficaces, el médico, después de pedir consejo de experto, con el consentimiento informado del paciente o de un representante legal autorizado, puede permitirse usar intervenciones no comprobadas, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Tales intervenciones deben ser investigadas posteriormente a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, puesta a disposición del público.

- Adoptada por la 18a Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, Junio, 1964, y enmendada por las:

29a Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, Octubre 1975. 35a Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, Octubre 1983. 41a Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, Septiembre 1989. 48a Asamblea General, Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996. Y la 52a Asamblea General, Edimburgo, Escocia, Octubre 2000. Nota de Clarificación de párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002. Nota de Clarificación de párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004. 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, Octubre 2008. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, Octubre 2013.

Anexo VII: PRINCIPIOS ÉTICOS PARA LAS INVESTIGACIONES MÉDICAS EN SERES HUMANOS.

TÍTULO DEL ESTUDIO: “ MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA”.

1. Cualquier actividad asistencial que se esté desarrollando está sometida a las mismas exigencias legales que cualquier especialidad médica.
2. La Legislación Española obliga al Consentimiento Informado, es decir, el sujeto debe expresar voluntariamente su intención de participar en el ensayo clínico, después de haber comprendido los objetivos del estudio, beneficios, incomodidades y riesgos previstos, alternativas posibles, derechos y responsabilidades⁶⁰.
3. La ley General de Sanidad 14/1986, de 25 de Abril, en su artículo 10, habla del derecho a la información clara a los pacientes, sobre los procesos de tratamiento⁶⁰: “A que se le de en términos

comprensibles, a él y a sus familiares o allegados, información completa y continuada, verbal y escrita, sobre su proceso, incluyendo diagnóstico, pronóstico y alternativas de tratamiento”.

4. En el ámbito de la Comunidad Europea, el Convenio Relativo a los Derechos Humanos y la Biomedicina (Abril 1997), en el Capítulo II, Artículo 5, obliga a la información clara sobre los procesos de tratamiento⁶⁰: “Una intervención en el ámbito de la sanidad sólo podrá efectuarse después de que la persona afectada haya dado su libre e inequívoco consentimiento.” “Dicha persona deberá recibir previamente una información adecuada de la finalidad y la naturaleza de la intervención, así como de sus riesgos y consecuencias.” Por ello, los sujetos incluidos en este estudio recibieron antes de participar en el mismo una hoja informativa y firmaron un consentimiento escrito (Ver Anexos I y II).

5. A los sujetos se les explicó no iban a ser informados sobre los resultados de las distintas mediciones a lo largo del procedimiento y que al final del mismo podían

Solicitar la información si así lo deseaban.

Referencia bibliográfica: I.- González Navarro G. Deontología, función social y responsabilidad de las profesiones sanitarias. Madrid: Consejo Social de la Universidad Complutense de Madrid y Fundación Banco Santander Central Hispano 1999. p.65-72.

Anexo VIII: VARIABLES DEL ESTUDIO

Título del estudio: “MOVILIZACIÓN NEUROMENÍNGEA VS ESTIRAMIENTO PASIVO EN LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN FUTBOLISTAS SANOS DE CANTERA”

CODIFICACIÓN VARIABLES DEL ESTUDIO				
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Nombre de la variable	Abreviatura	Tipo de variable	Valores	Cuándo obtener
Grupo	Grupo	Cualitativa nominal	1= Grupo control 2= Grupo experimental	Pre-intervención
VARIABLES PERSONALES				
Nombre de la variable	Abreviatura	Tipo de variable	Valores	Cuándo obtener
Edad	E	Cuantitativa discreta	18-19	Pre-intervención

Peso	P	Cuantitativa continua	50-90	Pre- intervención
Altura	ALT	Cuantitativa continua	1,66-1,91	Pre- intervención
BMI	BMI	Cuantitativa continua	17,3-24,93	Pre- intervención
Pie dominante	PieD	Cualitativa nominal	1=izquierdo 2=derecho	Pre- intervención
VARIABLES PRE-INTERVENCIÓN				
Nombre de la variable	Abreviatura	Tipo de variable	Valores	Cuándo obtener
Flexibilidad	PRE_FLEX	Cuantitativa continua	-18,8-11,3	Pre- intervención
Tolerancia al estiramiento/dolor Pierna derecha	PRE_TOL_PD	Cuantitativa continua	4-9,6	Pre- intervención
Tolerancia al estiramiento/dolor Pierna izquierda	PRE_TOL_PI	Cuantitativa continua	6-10	Pre- intervención
ROM cadera Pierna derecha	PRE_ROM_PD	Cuantitativa continua	49,3-90,6	Pre- intervención
ROM cadera Pierna izquierda	PRE_ROM_PI	Cuantitativa continua	56,6-95,3	Pre- intervención
VARIABLES DEPENDIENTES O DE RESULTADO (POST-INTERVENCIÓN)				
Nombre de la variable	Abreviatura	Tipo de variable	Valores	Cuándo obtener
Flexibilidad	POS_FLEX	Cuantitativa continua	-10-15,3	Post- intervención
Tolerancia al estiramiento/dolor Pierna derecha	POS_TOL_PD	Cuantitativa continua	3,3-10	Post- intervención
Tolerancia al estiramiento/dolor Pierna izquierda	POS_TOL_PI	Cuantitativa continua	4,3-10	Post- intervención
ROM cadera Pierna derecha	POS_ROM_PD	Cuantitativa continua	60,3-101,3	Post- intervención
ROM cadera Pierna izquierda	POS_ROM_PI	Cuantitativa continua	48,6-106	Post- intervención

