



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Efecto de las técnicas de deslizamiento neural sobre la flexibilidad de los isquiotibiales en personas con el síndrome de isquiotibiales acortados: una revisión sistemática

Effect of neurodynamic sliding techniques on hamstring flexibility in people with shortened hamstring syndrome: a systematic review

Efecto das técnicas de deslizamento neural sobre a flexibilidade dos isquiotibiais en persoas coa síndrome de isquiotibiais acurtados: unha revisión sistemática



Facultad de Fisioterapia

Alumno: Gabriel López Varela

DNI: 47439545 K

Tutor: Fernando Ramos Gómez

Convocatoria: Junio 2018

ÍNDICE

1. Resumen.....	3
1. Abstract.....	4
1. Resumen.....	5
2. Introducción.....	6
2.1. Tipo de trabajo.....	6
2.2. Motivación personal.....	6
3. Contextualización.....	8
3.1. Antecedentes.....	8
3.2. Justificación del trabajo.....	13
4. Objetivos.....	15
4.1. Pregunta de investigación.....	15
4.2. Objetivos.....	15
4.2.1. General.....	15
4.2.2. Específicos.....	15
5. Metodología.....	16
5.1. Protocolo y registro.....	16
5.2. Criterios de elegibilidad.....	16
5.3. Fuentes de información.....	17
5.4. Búsqueda.....	17
5.5. Selección de los estudios.....	18
5.6. Proceso de recopilación de datos.....	18
5.7. Lista de datos.....	22
5.8. Valoración de la calidad metodológica. Riesgo de sesgo.....	26
6. Resultados.....	29
6.1. Selección de los estudios.....	29
6.2. Riesgo de sesgo en los estudios.....	29
6.3. Características de los estudios.....	30
6.4. Resultados de los estudios.....	48
6.5 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales.....	48
6.6 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural en comparación con los estiramientos estáticos y los estiramientos FNP.....	49
6.7 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural a largo plazo.....	50

7. Discusión.....	52
7.1 Resumen de la evidencia.....	52
7.2 Limitaciones.....	57
7.3 Recomendaciones.....	57
8. Conclusiones.....	57
9. Bibliografía.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategia de búsqueda y términos empleados.....	19
Tabla 2. Bases de datos utilizadas y número de resultados obtenidos.....	21
Tabla 3. Puntuaciones en la escala PEDro de los estudios incluidos.....	28
Tabla 4. Características de los estudios analizados.....	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Nuevo modelo conceptual para la lesión por distensión de isquiotibiales.....	14
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de selección de estudios.....	21
---	----

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

AKE Test	Test de extensión activa de rodilla
ECA	Ensayos Clínicos Aleatorizados
EPR	Elevación de la pierna recta
FNP	Facilitación Neuromuscular Propioceptiva
MCIV	Máxima contracción isométrica voluntaria
PICO	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado (Outcome)
PKE Test	Test de extensión pasiva de rodilla
ROM	Rango de movimiento
UDC	Universidad de la Coruña

1. Resumen

Introducción: La falta de extensibilidad de la musculatura isquiotibial es una entidad frecuente en la población que conduce a un movimiento disfuncional o limitado, que a menudo es tratado mediante estiramiento. Las técnicas neurodinámicas han sido propuestas como una alternativa al estiramiento; sin embargo, no existe ningún trabajo de revisión que se haya centrado en evaluar de forma específica la eficacia de estas técnicas en el aumento de la flexibilidad.

Objetivo: Determinar si la aplicación de las técnicas de deslizamiento del nervio ciático consigue aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales en personas con síndrome de isquiotibiales acortados, y comparar su efectividad respecto a los estiramientos estáticos y FNP.

Material y método: Se llevó a cabo una revisión sistemática mediante la búsqueda en las bases de datos Cochrane, PEDro, PubMed, Scopus, Web of Science, y SPORTDiscus. La búsqueda fue realizada en los meses de Febrero y Marzo de 2018.

Se incluyeron ECAs publicados entre los años 2013 y 2018 que se realizaran con pacientes que presentasen el síndrome de isquiotibiales acortados bilateral. Los pacientes eran tanto hombres como mujeres, mayores de 16 años. Se incluyeron únicamente los documentos que detallasen específicamente una técnica de deslizamiento neural como modalidad de tratamiento utilizada, analizando las variaciones del ROM entre antes y después de la intervención.

Resultados: La evaluación de los estudios fue realizada por un solo revisor, analizándose un total de 15 ensayos (N= 713). En todos ellos la aplicación de técnicas de deslizamiento neural consiguió una mejora estadísticamente significativa de la flexibilidad, al menos a corto plazo, independientemente de la técnica de deslizamiento empleada durante la intervención. Estas técnicas obtuvieron mejores resultados que los estiramientos estáticos, mientras que en comparación con los estiramientos FNP los resultados fueron inconcluyentes.

Conclusiones: La aplicación de técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático consigue aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales en personas con síndrome de isquiotibiales acortados, consiguiendo mejores resultados que los estiramientos estáticos.

Palabras clave: Nervio ciático; Síndrome de isquiotibiales acortados; Deslizamiento neural; Rango de movimiento.

1. ABSTRACT

Background: Hamstring tightness is a common condition leading to dysfunctional or restricted movement that is often treated with stretching. Neurodynamics has been proposed as an alternative to stretching by targeting the neural system rather than muscle tissue.

Objective: To determine if an isolated neurodynamic sciatic sliding technique would improve hamstring flexibility to a greater degree than static and PNF stretching in asymptomatic subjects with short hamstring syndrome (SHS).

Methods: A systematic review was carried out by searching in Cochrane, PEDro, PubMed, Scopus, Web of Science, and SPORTDiscus databases. The search was conducted in the months of February and March of 2018. We included RCTs published between 2013 and 2018 that were carried out with patients who presented shortened hamstring syndrome. The patients were both men and women, older than 16 years. Only documents specifically detailing a neural sliding technique as a treatment modality were included, analyzing ROM variations before and after intervention.

Outcomes: Study's evaluation was carried out by a single reviewer, analyzing a total of 15 trials (N = 713). In all of them, the application of neural sliding techniques obtained a statistically significant improvement in flexibility, at least in short term, independently of the sliding technique used during intervention. These techniques obtained better results than static stretching, whereas in comparison with PNF stretches the results were inconclusive.

Conclusions: Findings suggest that a neurodynamic sliding technique will increase hamstring flexibility to a greater degree than static hamstring stretching in healthy subjects with SHS.

Keywords: Sciatic nerve; Shortened hamstring syndrome; Neurodynamic sliding technique; Range of movement.

1. RESUMO

Introdución: A falta de extensibilidade da musculatura isquiotibial é unha entidade frecuente na poboación que conduce a un movemento disfuncional ou limitado, que a miúdo é tratado mediante estiramientos. As técnicas de deslizamento neural foron propostas como unha alternativa ao estiramento; sen embargo, non existe ningún traballo de revisión que se enfocara en avaliar de forma específica a eficacia destas técnicas no aumento da flexibilidade.

Obxectivo: Determinar se a aplicación das técnicas de deslizamento do nervio ciático consegue aumentar a flexibilidade dos isquiotibiais en persoas coa síndrome de isquiotibiais acurtados, e comparar a súa efectividade respecto aos estiramientos estáticos e FNP.

Material e método: Levouse a cabo unha revisión sistemática mediante a búsqueda nas bases de datos Cochrane, PEDro, PubMed, Scopus, Web of Science, e SPORTDiscus. A búsqueda foi realizada nos meses de Febreiro e Marzo do 2018.

Incluíronse ECAs publicados entre os anos 2013 e 2018 que se realizaran con pacientes que presentasen a síndrome de isquiotibiais acurtados bilateral. Os pacientes eran tanto homes como mulleres, maiores de 16 anos. Incluíronse únicamente os documentos que detallasen especificamente unha técnica de deslizamento neural como modalidade de tratamento empregada, analizando as variacións do ROM entre antes e despois da intervención.

Resultados: A avaliación dos estudos foi realizada por un só revisor, analizándose un total de 15 ensaios (N= 713). En todos eles a aplicación das técnicas de deslizamento neural conseguiu unha mellora significativa da flexibilidade, polo menos a curto prazo, independentemente da técnica de deslizamento empregada durante a intervención. Estas técnicas obtiveron mellores resultados que os estiramientos estáticos, mentras que en comparación cos estiramientos FNP os resultados foron inconcluíntes.

Conclusións: A aplicación de técnicas de deslizamento lonxitudinal do nervio ciático consegue aumentar a flexibilidade dos isquiotibiais en persoas coa síndrome de isquiotibiais acurtados, conseguindo mellores resultados que os estiramientos estáticos.

Palabras chave: Nervio ciático; Síndrome de isquiotibiais acurtados; Deslizamento neural; Rango de movemento.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Tipo de trabajo

El presente trabajo es una revisión sistemática que analiza la eficacia de las técnicas de deslizamiento neural sobre el nervio ciático en el aumento de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, en personas que presentan el síndrome de isquiotibiales acortados.

Las revisiones sistemáticas son investigaciones científicas en las que la unidad de análisis son los estudios originales primarios. Constituyen una herramienta esencial para la síntesis de la información disponible, incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales e identificar áreas de incertidumbre donde sea necesario realizar investigación¹.

2.2 Motivación personal

A casi todos desde pequeños nos han inculcado la importancia de estirar “los músculos” después de hacer cualquier tipo de actividad física.

Acaso ¿quién no ha escuchado o dicho él mismo?: “No tengo flexibilidad, estoy acortado”.

El acortamiento de la musculatura isquiotibial es algo que está tan presente en nuestra sociedad que da la impresión de que lo identificamos como algo normal que no tiene solución. Ya en el ámbito deportivo, tanto amateur como profesional, se conoce la importancia que tienen los estiramientos para evitar la pérdida de flexibilidad de la musculatura, y por consiguiente, para evitar lesiones.

Hoy en día casi todos conocemos la existencia de diversos tipos de estiramientos, e incluso existen protocolos estandarizados que establecen la duración y frecuencia que deben tener. No obstante, el número de lesiones de esta musculatura y sus tasas de recurrencia en el deporte, especialmente en el fútbol, presentan las mismas cifras que hace 3 décadas.

Y aunque bien es cierto que las lesiones tienen una etiología multifactorial, se sabe que la pérdida de flexibilidad es uno de los principales factores predisponentes.

Ante esta situación, me surge la duda de si los métodos utilizados para evitar esta pérdida de flexibilidad no son los más adecuados, o si no se tiene en cuenta la interacción sinérgica existente entre este y los demás factores que intervienen en la aparición de una lesión.

Por tanto, para intentar arrojar un poco de luz sobre el asunto, llevo a cabo este trabajo, donde analizaré si la aplicación de las técnicas de deslizamiento neural sobre el nervio ciático

presenta alguna ventaja respecto a los métodos de estiramiento que se vienen utilizando tradicionalmente.

Debido al poco tiempo disponible, y a no poder contar con una muestra de sujetos lo suficientemente grande no he podido llevarlo a la práctica, aunque espero poder dar respuesta a la conjetura planteada, no solo de forma teórica, en un futuro cercano.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 Antecedentes

La Fisioterapia en los últimos años ha experimentado un salto cualitativo como disciplina dentro de las ciencias de la salud gracias a la búsqueda de la evidencia científica en sus actuaciones.

La Fisioterapia actual no se limita a la aplicación de técnicas a nivel local en la zona en la que el paciente refiere dolor, pues el proceso de razonamiento clínico, basado en la aplicación del conocimiento de la fisiología y la fisiopatología es el paso previo imprescindible a cualquier tratamiento.

Teniendo en cuenta estas premisas, asumir que una respuesta muscular es la consecuencia exclusivamente de su actividad, sería tener una visión muy limitada del comportamiento del cuerpo humano como sistema.

La falta de extensibilidad de la musculatura isquiotibial es una alteración musculoesquelética de alta prevalencia en la población, tanto en personas deportistas como en aquellas con un estilo de vida sedentario, que puede tener consecuencias en el resto del sistema². Esta pérdida de flexibilidad, sin embargo, no es solo producto de una elasticidad muscular reducida, sino también de una extensibilidad limitada de los tejidos nerviosos³.

Por este motivo, es importante tener en cuenta que cuando se realiza un test de extensibilidad isquiotibial, no sólo se somete a elongación tejido tendinoso y muscular, sino que estructuras como el sistema nervioso también se ven sometidas a carga mecánica, en su necesidad de adaptarse a la movilidad de los tejidos que atraviesa. Esta propiedad dinámica del sistema nervioso puede, por otra parte, limitar ciertas combinaciones de movimiento.

La adaptación mecánica del tejido nervioso a los cambios de dimensión del continente es objeto de estudio de la neurodinámica clínica. La inclusión de técnicas neurodinámicas en la evaluación y posterior tratamiento del paciente, es especialmente importante en los desórdenes musculoesqueléticos, mejorando de manera notable los resultados clínicos.

En el trabajo que se desarrolla a continuación, se evalúa el efecto de diversas técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático en la extensibilidad de la musculatura isquiotibial, sobre personas que presentan el Síndrome de Isquiotibiales Cortos.

El concepto de síndrome de isquiotibiales cortos, fue definido por Ferrer y cols como una entidad propia, de etiología desconocida, caracterizada por una pérdida de elasticidad de la

musculatura isquiotibial, que puede ocasionar mayores o menores repercusiones sobre el raquis y la pelvis⁴.

La falta de extensibilidad muscular (más frecuente en los hombres que en las mujeres)^{5,6} en general, tendrá como consecuencia pérdida de la acción muscular óptima, con lo cual, entre otras cosas limitará el rango de movimiento⁷.

La musculatura isquiotibial en concreto presenta gran tendencia al acortamiento, limitando la flexión de la cadera si la rodilla está en extensión o bien la extensión de la rodilla si la cadera está flexionada⁸.

Este acortamiento va a tener consecuencias a varios niveles: inclinación posterior de la pelvis, corrección en mayor o menor medida de la lordosis lumbar, aumento en la cifosis dorsal, etc⁹, y se ha considerado como factor predisponente para las lesiones musculoesqueléticas en diferentes deportes¹⁰.

Entre las posibles causas que pueden favorecer esta falta de extensibilidad de la musculatura isquiotibial, nos encontramos la sedestación prolongada, factores genéticos o la realización de determinadas actividades deportivas (sobre todo en deportes que favorecen el estado de semiflexión de las rodillas y la carrera corta y rápida: fútbol, tenis, rugby, esquí, tenis, judo, voleibol, etc)⁹.

Para detectar la posible presencia del síndrome de isquiotibiales acortados, podemos utilizar diferentes métodos para evaluar la extensibilidad de estos músculos. Podemos dividirlos en tres grandes grupos:

- Los de recorrido articular. Elevación de la pierna recta (EPR) y ángulo poplíteo (AKE o PKE, por sus siglas en inglés, según la extensión de rodilla se realice de forma activa o pasiva, respectivamente).
- Los que valoran la disposición pelviana. Pruebas de alcance máximo, como el test sit and reach y el sit and reach modificado¹¹.
- Los que están basadas en medidas longitudinales. Test dedos-suelo.

A continuación, explicamos brevemente las medidas de recorrido articular, ya que serán las más empleadas en los ensayos que analizaremos más tarde.

El test de elevación de la pierna recta (EPR), conocido en inglés como *straight leg raising test* (SLR) se utiliza para medir la longitud de la musculatura isquiotibial, pero la literatura sugiere que hay otras estructuras que afectan a esta medición, entre ellas, las estructuras neurales¹², ya que no deja de ser una variación de la maniobra clásica de Lasègue para la exploración clínica del nervio ciático¹³.

Para su ejecución el paciente se encuentra tumbado en decúbito supino sobre una mesa de tratamiento, manteniendo las rodillas extendidas y las caderas en posición neutra.

Desde esta posición, el fisioterapeuta realiza una elevación pasiva de la pierna, manteniendo la rodilla en extensión y el tobillo en posición neutra, vigilando que el paciente no realice compensaciones mediante la báscula pélvica.

La flexión de cadera avanza hasta que el paciente sienta discomfort o tirantez en la cara posterior del muslo, inicie flexión de rodilla o retroversión pélvica⁸.

El dolor en la cara posterior o tercio distal del muslo puede atribuirse a acortamiento isquiotibial. Por el contrario, un dolor irradiado por toda la pierna o un aumento claro de los síntomas al añadir flexión cervical indicará afectación neural.

El grado de flexión de la cadera, se medirá con un goniómetro, colocando el eje en el trocánter mayor, con un brazo en dirección paralela a la horizontal de la camilla y el otro siguiendo la dirección del eje de la pierna, hacia el maléolo peroneo¹⁴.

El criterio de normalidad en este test se sitúa en 80° según la mayoría de los autores^{8,15}.

Dentro de estos test de recorrido articular, el otro test más empleado es el de extensión de la rodilla o test del ángulo poplíteo, del cual existen principalmente dos variantes (AKE y PKE), pero para ambas la posición inicial del paciente es la misma: decúbito supino con flexión de cadera de 90°.

El eje del goniómetro se coloca en el eje de movimiento de la rodilla. Desde esta posición, se realiza extensión de rodilla sin modificar flexión de cadera y sin bascular la pelvis. La extensión completa de rodilla se considera 0° y lo que resta para llegar a extensión completa, determina el grado de acortamiento de los isquiotibiales¹⁶.

Diferentes autores plantean que en la realización del test la extensión de la rodilla se realice activamente por parte del paciente, en lugar de pasiva^{17,18}.

El criterio para determinar que la persona a la que se realiza el test presenta los isquiotibiales acortados suele ser presentar valores por encima de los 20° para completar la extensión.

Tanto para el test de elevación de la pierna recta como para el test de extensión de la rodilla, se pueden utilizar elementos de fijación, como cinchas, para fijar la zona pélvica a nivel de las

espinas iliacas anterosuperiores y el muslo contralateral, disminuyendo la báscula pélvica, la tensión lumbar y los movimientos compensatorios. De este modo se evitan elementos que pueden sesgar los resultados y por tanto alterar la validez del test^{9,11}.

Por otra parte, aunque la etiología de las lesiones de los isquiotibiales es multifactorial, encontrando diversos factores de riesgo, tanto modificables (la fatiga, el déficit de fuerza, el desequilibrio muscular, el ángulo de torque máximo, la escasa flexibilidad, o una técnica deficiente); como no modificables (la edad, la etnia, las relaciones antropométricas, la composición de la fibra muscular y la existencia de lesiones anteriores) se ha demostrado que una disminución de la flexibilidad de los isquiotibiales es considerada uno de los factores de riesgo más comunes en las lesiones de esta musculatura^{19,20}.

Pese a que la inadecuada extensibilidad muscular es un factor de riesgo aceptado y conocido, diversos estudios de investigación epidemiológica^{21,22} han informado de que la frecuencia de las lesiones de la musculatura isquiotibial es todavía la misma que hace 30 años, lo que sugiere que los factores de riesgo examinados hasta ahora no han evitado las lesiones adecuadamente²³.

A lo largo de la historia se han utilizado diferentes técnicas de estiramiento miofascial, tanto en el ámbito deportivo, como en el clínico, con el objetivo de incrementar el rango de movimiento, mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones²⁴.

La mayoría de la investigación sobre el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales se ha centrado en los diferentes modos de estiramiento, como la facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF)²⁵, los estiramientos estáticos²⁵ y los estiramientos balísticos²⁶.

También han comparado diferentes intensidades de estiramiento²⁷ y frecuencias²⁸. Sin embargo, muy pocos estudios han examinado el efecto de las intervenciones neurodinámicas sobre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales^{20,29}, a pesar de la creciente evidencia del papel que juega la mecanosensibilidad del tejido nervioso en la limitación de la flexibilidad.

Además, estudios previos han demostrado que los ejercicios de estiramiento pueden interferir con el rendimiento físico y que sus efectos parecen depender del método de estiramiento empleado³⁰⁻³².

Se ha demostrado que una sesión de estiramiento que involucre los métodos de estiramiento pasivo o de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), puede reducir la capacidad de producción de fuerza máxima³³, el sprint³² y el rendimiento del salto vertical³⁴.

Estas reducciones en el rendimiento físico se asocian con factores mecánicos (disminución en la rigidez de la unidad músculo-tendón)³⁵, neurales (disminución en la capacidad de reclutamiento de unidades motoras)³⁶ o una combinación de ambos.

Por el contrario, no se ha demostrado que las técnicas de deslizamiento neural produzcan estos efectos negativos sobre el rendimiento físico en el sprint y en la capacidad de salto vertical. No obstante, sí se han publicado diversos estudios^{20,37-42} que han demostrado su eficacia en el aumento de la flexibilidad, en estos casos de la musculatura isquiotibial, obteniendo incluso mejores resultados en comparación con los estiramientos estáticos.

La disminución de la flexibilidad de los isquiotibiales, evidenciada mediante un rango de movimiento limitado en las pruebas de extensibilidad muscular podría ser, por tanto, debida a la alteración neurodinámica que afecta al nervio ciático, tibial y peroneo común⁴³.

Proporcionar movimiento o estiramiento podría provocar cambios en la neurodinámica y ayudar a explicar el aumento observado en la flexibilidad al aplicar dichas técnicas.

La contracción muscular protectora de los músculos isquiotibiales encontrada en presencia de la mecanosensibilidad neural⁴⁴ puede explicar la rigidez de los músculos isquiotibiales y, por lo tanto, predisponer al músculo a una lesión por tensión.

Se cree que las intervenciones de deslizamiento neurodinámico disminuyen la mecanosensibilidad neural^{44,45} y es posible que la inclusión de estas intervenciones en el manejo de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales fuese beneficiosa.

En cuanto a dichas técnicas de movilización neuromeningea, diferenciamos dos tipos básicos: las técnicas de tensión neural y las técnicas de deslizamiento neural.

En las técnicas de tensión neural, también llamadas “movilización desde un extremo”, el principal estímulo mecánico que se aplica al sistema nervioso es la tensión que se consigue al modificar la dimensión longitudinal del continente musculoesquelético del sistema nervioso por medio de movimientos activos o pasivos de los segmentos corporales seleccionados en función de la parte del sistema nervioso que se necesita estimular^{46,47}. Las técnicas de tensión neural tienen como objetivo restablecer u optimizar la capacidad de tolerancia del tejido nervioso frente a movimientos y posiciones que elongan el lecho neural correspondiente⁴⁶.

Por el contrario, las técnicas de deslizamiento, también conocidas como “movilización desde los extremos”, consisten en movimientos alternos que implican la participación de dos o más articulaciones. En estas técnicas, el movimiento de una articulación tiende a incrementar la

tensión neural mientras que el movimiento simultáneo de la otra articulación tiende a disminuirla^{46,47}. Las maniobras de deslizamiento pretenden generar movimientos de excursión entre el sistema nervioso y las estructuras no neurales que lo rodean, de tal manera que dichos movimientos permiten al sistema nervioso adaptarse a la postura y al movimiento del aparato locomotor optimizando su rendimiento y minimizando el estrés mecánico de las estructuras neurales producido durante el movimiento corporal⁴⁶.

Las técnicas de deslizamiento están más indicadas en casos agudos, abordajes postoperatorios o en irritaciones/atrapamientos nerviosos, mientras que las técnicas de tensión neural están indicadas en fases más avanzadas de la patología⁴⁶. Además, las técnicas de deslizamiento pueden colaborar en los procesos de kinesiofobia, ya que permite un mayor rango de movimiento sin dolor⁴⁸.

Existen varios estudios que comparan el efecto mecánico de ambas técnicas, demostrando que las técnicas de deslizamiento producen mayor excursión neural que las técnicas de tensión^{46,48,49}. Por este motivo decidimos escoger este primer tipo de técnicas para estudiar su eficacia sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial.

3.2 Justificación del trabajo

La falta de extensibilidad de la musculatura isquiotibial es una alteración musculoesquelética de alta prevalencia en la población, tanto en personas deportistas como en aquellas con estilo de vida sedentario², (más frecuente en los hombres que en las mujeres)^{6,11} que puede tener consecuencias en el resto del sistema (inclinación posterior de la pelvis, corrección en mayor o menor medida de la lordosis lumbar, aumento en la cifosis dorsal, etc^{8,9,11}). Esta pérdida de flexibilidad, sin embargo, no es solo producto de una elasticidad muscular reducida, sino también de una extensibilidad limitada de los tejidos nerviosos³, y en el ámbito del deporte supone uno de los principales factores de riesgo para sufrir una lesión^{19,20}. Además, el hecho de que las lesiones de los músculos isquiotibiales, especialmente el bíceps femoral, sean unas de las que presentan mayor prevalencia en el deporte²³ y que la tasa de recurrencia de estas lesiones sea la misma que hace 30 años (12–31%)^{21,22}, nos indica que quizás los métodos de prevención empleados hasta el momento no eran los más efectivos, por lo que se debe continuar investigando en este campo.

Para ello, como explica el propio Mendiguchia, debemos abandonar la visión reduccionista que se ha utilizado tradicionalmente (donde se seguía un modelo causa-efecto lineal y unidireccional) por un nuevo modelo conceptual que asuma la conexión multidireccional y sinérgica existente entre las distintas variables que influyen en las lesiones de los isquiotibiales, para dirigirnos así hacia una mejora en la prevención de estas (imagen 1).

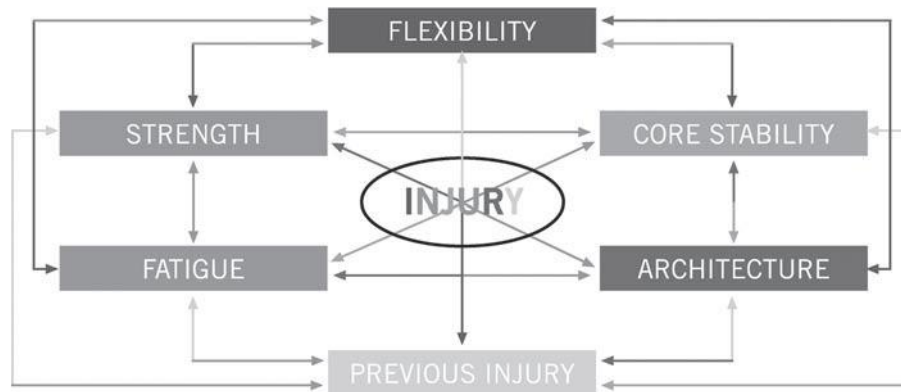


Imagen 1. Nuevo modelo conceptual para la lesión por distensión de isquiotibiales²³.

Hasta hace relativamente pocos años cuando una persona, deportista o no, quería mejorar su flexibilidad, se recurría tradicionalmente a los estiramientos estáticos, al igual que se creía que su realización antes del entrenamiento o la competición reducía el riesgo de lesiones y mejoraba el rendimiento del atleta⁵⁰.

Sin embargo, aunque los estiramientos estáticos han demostrado ser efectivos aumentando el rango de movimiento de una articulación⁵¹, diversas investigaciones han indicado que estos estiramientos pueden también producir una disminución significativa de la fuerza (de un 5 a un 30%) de los grupos musculares estirados, en las 24 horas posteriores a efectuar el estiramiento⁵².

Por el contrario, las técnicas de deslizamiento neural, cuya utilización para conseguir un aumento de la flexibilidad se ha estudiado en los últimos años, han obtenido resultados favorables verdaderamente significativos en comparación con los estiramientos estáticos^{20,37-42}. Además, no se ha demostrado que dichas técnicas de deslizamiento produzcan los efectos negativos sobre el rendimiento físico comentados en el caso de los estiramientos estáticos, si bien es cierto que dichas técnicas aún se están investigando actualmente.

Dicho todo esto, y teniendo en cuenta que no hay constancia de la existencia de revisiones sistemáticas sobre el efecto de la movilización neural en la flexibilidad de la musculatura, nos parece interesante y necesaria la realización de este trabajo.

4. OBJETIVOS

4.1 Pregunta de investigación

La pregunta de investigación será formulada atendiendo a sus cuatro componentes básicos mediante una sencilla nemotecnia descrita por el doctor Mark Ebell. En efecto, los cuatro componentes de la estructura de la pregunta se resumen en el acrónimo PICO:

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (*Patient*): Sujetos con el síndrome de isquiotibiales acortados bilateral
- Intervención (*Intervention*): Al menos una técnica de deslizamiento neural dirigida al nervio ciático.
- Comparación (*Comparison*): Se comparan una o varias técnicas de deslizamiento neural, entre ellas, o con otras intervenciones como estiramientos musculares, intervenciones placebo o no recibir tratamiento de ningún tipo.
- Resultado (*Outcome*): Variación de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales medida mediante los cambios en el rango de movimiento, entre antes y después de la intervención realizada en cada caso.

¿Las alteraciones en la mecanosensibilidad de un tronco nervioso periférico juegan un papel importante en la respuesta de acortamiento de un grupo muscular? y, por tanto, ¿una técnica de deslizamiento longitudinal dirigida al nervio ciático modificaría la respuesta del grupo muscular isquiotibial a un test de extensibilidad, como el de Elevación de la Pierna Recta (EPR)?

4.2. Objetivos

4.2.1 General

Determinar si la aplicación de las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático consigue aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales en personas, pertenecientes a distintos rangos de edad, con síndrome de isquiotibiales acortados.

4.2.2 Específicos

- ✓ Analizar si las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático son más efectivas que los estiramientos estáticos y que los estiramientos de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en la mejora de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial.
- ✓ Comprobar si las técnicas de deslizamiento neural tienen efectos a largo plazo sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial.

5. METODOLOGÍA

5.1 Protocolo y registro

Dada la relativa novedad que supone el tema del presente trabajo y la escasa literatura científica existente acerca de este, no se ha publicado un protocolo ni existe registro de una revisión sistemática reciente previa que dé respuesta al interrogante de investigación planteado. Para la elaboración de dicha revisión se ha seguido la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

5.2 Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión y exclusión fueron establecidos previamente a la revisión para evitar el sesgo de selección al obtener los artículos. Una vez que todos los artículos fueron recuperados, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para garantizar que los artículos fuesen relevantes para el estudio.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Idiomas: Estudios publicados en español, inglés, portugués, francés, italiano o alemán.
- Estudios realizados en seres humanos.
- Tipos de estudios: Ensayos clínicos aleatorios y controlados.
- Fecha de publicación: Estudios publicados entre los años 2013 y 2018.
- Documentos que detallan específicamente la movilización neural como modalidad de tratamiento utilizada con el objetivo de influir dinámicamente sobre el tejido nervioso y tener un efecto directo sobre este.
- Pacientes que presentan el síndrome de isquiotibiales acortados bilateral o sensación de tirantez y falta de flexibilidad en los músculos isquiotibiales.

Para determinar el cumplimiento o no de este criterio, fijamos unos valores: Elevación pasiva de la pierna recta (EPR) $\leq 80^\circ$ y una pérdida de 15 grados o más en la extensión de rodilla; medido mediante la prueba de extensión activa de la rodilla (AKE), con el paciente tumbado en decúbito supino con la cadera y la rodilla flexionadas a 90° .

Del mismo modo, se establecieron los siguientes criterios de exclusión:

- Documentos duplicados.

- Artículos no accesibles a texto completo de forma gratuita a través de los recursos de la biblioteca de la Universidad de A Coruña.
- Participantes menores de 16 años.
- Sujetos que hayan tenido lesiones músculo-tendinosas de la musculatura isquiosural durante el último año (tendinitis, elongaciones, microrroturas, roturas musculares, etc) o presenten cualquier trastorno neurológico u ortopédico que afecte a los miembros inferiores (neuropatía periférica, fractura de fémur, lesión meniscal, dolor de espalda baja, etc).
- Sujetos que hayan sufrido intervenciones quirúrgicas en la columna vertebral o en los miembros inferiores.
- Sujetos con hernias discales o protrusiones lumbares.
- Sujetos con prótesis de rodilla o cadera.
- Sujetos que no sean capaces de adoptar la posición en la que se efectúan los test.
- Artículos donde se empleen como tratamiento técnicas de estiramiento muscular pero no se utilicen específicamente técnicas de deslizamiento neural.
- Artículos que no incluyesen los valores de ROM pre y post-tratamiento evaluados en cada caso.

5.3 Fuentes de información

Para localizar la información científica sobre el tema de estudio anteriormente descrito, se realiza una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos electrónicas de ámbito sanitario, entre los meses de Febrero y Marzo de 2018.

Los estudios utilizados fueron identificados mediante una búsqueda que se realizó en: Cochrane Register of Controlled Trials, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) MEDLINE (PubMed), Scopus, Web of Science, y SPORTDiscus.

Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados o preseleccionados para identificar documentos adicionales relevantes que no fuesen identificados por la búsqueda primaria. Esto nos aportó 6 documentos adicionales para la revisión.

5.4 Búsqueda

Se realizó una búsqueda avanzada en inglés en las diferentes bases de datos ya mencionadas, y para ello se emplearon las estrategias de búsqueda recogidas en la tabla 1. Se intentó utilizar una estrategia lo más similar posible en todas las bases de datos, en función de las características y posibilidades que ofrecen los diferentes motores de búsqueda.

Para la realización de dicha búsqueda se establecieron una serie de límites. Los estudios tenían que ser ensayos clínicos aleatorizados publicados en los últimos 5 años (siendo el artículo más antiguo incluido en esta revisión del año 2013), realizados en humanos y estando el texto completo disponible en Español, Inglés, Portugués, Francés, Italiano o Alemán.

No se realizó un cribado por género ni por edad de los sujetos; por lo que se incluyen los estudios realizados tanto en hombres como en mujeres, independientemente de cual sea la edad de sus participantes.

La distribución de los resultados en las diferentes bases de datos se muestra en la tabla 2.

5.5 Selección de los estudios

Una vez encontrados los estudios potencialmente relevantes para la revisión mediante la estrategia de búsqueda utilizada, se realizó un cribado para determinar que artículos incluiremos finalmente en la revisión. Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados o preseleccionados para identificar documentos relevantes que no fuesen identificados por la búsqueda primaria, lo que nos aportó 6 documentos adicionales para la revisión.

Para la selección de los artículos, en primer lugar, se eliminaron aquellos que estaban duplicados en una o varias bases de datos, mediante el gestor bibliográfico Mendeley. Después, tras revisar los títulos y los resúmenes, se excluyeron aquellos documentos que no trataban sobre la temática de la revisión o no cumplían los criterios de inclusión.

Tras esto, se llevó a cabo la lectura completa de los estudios preseleccionados para ver si eran aptos para su inclusión en el trabajo. Finalmente 15 estudios, con un total de 713 participantes, fueron incluidos en la revisión.

En la figura 1 se presenta en forma de diagrama de flujo el proceso de selección de estudios.

5.6 Proceso de recopilación de datos

Un solo evaluador analizó los resultados de búsqueda, evaluó la calidad metodológica y extrajo los datos relacionados con el diseño del estudio, las intervenciones realizadas, los criterios empleados y los resultados obtenidos.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda y términos empleados

Estrategia de búsqueda	Resultados
<p>Pubmed</p> <p>#1 Sciatic nerve[MeSH Terms] OR sciatic nerve[TIAB] OR neurodynamics OR sliding technique OR nerve glide OR neural mobilization OR nerve mobilization OR nerve stretching OR neural manipulative physical therapy OR neural physiotherapy. Número de artículos encontrados, 315623</p> <p>#2 Hamstring muscles[MeSH Terms] OR hamstring muscles[TIAB] OR hamstring injuries OR hamstring strain OR hamstring flexibility OR hamstring elasticity OR hamstring extensibility OR straight leg raise test OR active knee extension test OR hamstring range of motion. Número de artículos encontrados, 4225</p> <p>#3 Short hamstring syndrome OR hamstring tightness OR hamstring stiffness OR lack of hamstring flexibility. Número de artículos encontrados, 382</p> <p>#4 #1 AND (#2 OR #3). Número de artículos encontrados, 119</p>	<p>119</p>
<p>Cochrane Central Register of Controlled Trials</p> <p>#1 Sciatic nerve OR sliding technique or neurodynamics OR nerve gliding OR neural glide OR neural mobilization OR neural mobilisation OR nerve mobilization OR nerve mobilisation OR nerve stretching OR neural manipulative physical therapy OR neural physiotherapy. Número de artículos encontrados, 1747</p> <p>#2 Hamstring muscles OR hamstring flexibility OR hamstring strain OR hamstring injuries OR extensibility OR straight leg raise test OR active knee extensión test OR hamstring range of motion. Número de artículos encontrados, 1116</p> <p>#3 Short hamstring syndrome OR hamstring tightness OR hamstring stiffness OR lack of hamstring flexibility. Número de artículos encontrados, 117</p> <p>#4 #1 AND #2 AND #3. Número de artículos encontrados, 28</p>	<p>28</p>

Tabla 1. Estrategia de búsqueda y términos empleados (continuación)

Estrategia de búsqueda	Resultados
<p>Web of Science</p> <p>#1 TS=("sciatic nerve" OR "neurodynamics" OR "sliding technique" OR "nerve glide" OR "neural mobilization" OR "nerve mobilization" OR "nerve stretching" OR "neural manipulative physical therapy" OR "neural physiotherapy" OR "Neurodynamic Stretching"). Número de artículos encontrados, 37702</p> <p>#2 TS=("hamstring muscles" OR "hamstring injuries" OR "hamstring strain" OR "hamstring flexibility" OR "hamstring elasticity" OR "hamstring extensibility" OR "straight leg raise test" OR "active knee extension test" OR "Active knee extension angle" OR "hamstring range of motion" OR "short hamstring syndrome" OR "hamstring tightness" OR "hamstring stiffness" OR "lack of hamstring flexibility" OR "static stretching" OR "Hamstring compliance" OR "Toe touch distance"). Número de artículos encontrados, 3374</p> <p>#3 #1 AND #2. Número de artículos encontrados, 89</p>	89
<p>PEDro</p> <p><i>Abstract & Title:</i> Hamstring* AND <i>therapy:</i> stretching, mobilisation, manipulation, massage AND <i>problem:</i> muscle shortening, reduced joint compliance AND <i>score of at least:</i> 5. Número de artículos encontrados, 48</p>	48
<p>SPORTDiscus</p> <p>KW sciatic nerve OR KW neurodynamics OR KW sliding technique OR KW nerve gliding OR KW neural mobilization AND KW hamstring muscles OR KW short hamstring syndrome OR KW hamstring tightness OR KW hamstring flexibility OR KW hamstring stiffness OR KW straight leg raise test OR KW active knee extension test. Número de artículos encontrados, 113</p>	113
<p>SCOPUS</p> <p>KEY (sciatic AND nerve) OR KEY (neurodynamics) OR KEY (sliding AND technique) OR KEY (nerve AND glide) OR KEY (neural AND mobilization) OR KEY (nerveAND stretching) OR KEY (neural AND physiotherapy) AND KEY (hamstring AND muscles) OR KEY (hamstring AND strain) OR KEY (hamstring AND flexibility) OR KEY (straight AND leg AND raise) OR KEY (active AND knee AND extension AND test) OR KEY (hamstring AND range AND of AND motion) OR KEY (short AND hamstring AND syndrome) OR KEY (hamstring AND tightness) OR KEY (hamstring AND stiffness). Número de artículos encontrados, 136</p>	136

Tabla 2. Bases de datos utilizadas y número de resultados obtenidos

BASE DE DATOS	RESULTADOS
Pubmed	119
Cochrane Central Register of Controlled Trials	28
Web of Science	89
PEDro	48
SPORTDiscus	113
SCOPUS	136

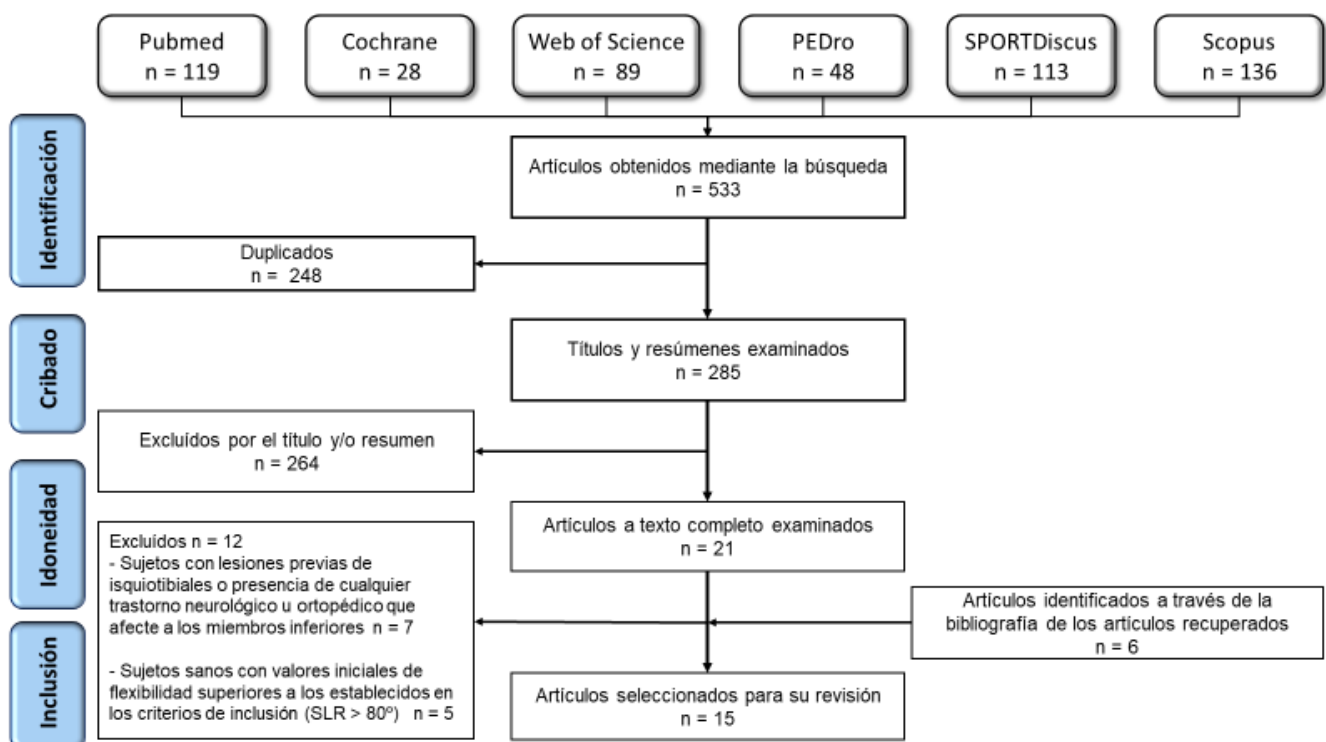


Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de selección de estudios

5.7 Lista de datos

Las características generales de los estudios fueran extraídas por un autor, resumiendo la siguiente información de cada uno de los estudios que se incluyen en esta revisión: 1) participantes; 2) protocolo de intervención; 3) comparaciones; 4) medidas de resultados y 5) diseño del estudio.

Participantes

Cuatro estudios se realizaron seleccionando como sujetos hombres futbolistas con sensación de rigidez en los isquiotibiales, nueve estudios con sujetos sanos asintomáticos, uno con mujeres trabajadoras y otro con personas de edad avanzada (65-75 años), ambos últimos con sensación de rigidez en la zona isquiotibial.

Los participantes tenían que ser mayores de 16 años, pudiendo ser tanto hombres como mujeres, y presentar el síndrome de isquiotibiales acortados bilateral o sensación de tirantez y falta de flexibilidad en dicha zona. Consideraremos que el síndrome de isquiotibiales acortados está presente en aquellos sujetos que en la prueba inicial de levantamiento pasivo de la pierna recta (SLR) alcancen una flexión de cadera de 80° o menos y/o presenten una pérdida de 15° o más en la extensión pasiva de la rodilla con la cadera situada a 90° de flexión (PKE).

Se excluyó a todos aquellos sujetos que habían sufrido una lesión en los isquiotibiales durante el último año o que presentaran cualquier trastorno neurológico u ortopédico que afectase a los miembros inferiores como: neuropatía periférica, fractura de fémur, lesión meniscal, dolor de espalda baja, etc.

Intervenciones

Los métodos de intervención fueron aceptados siempre que la técnica manual o el ejercicio (realizado en ocasiones por un fisioterapeuta y en otras por el propio paciente), estuviese diseñado para tener un efecto directo sobre el tejido nervioso con el propósito de influir dinámicamente sobre él. Además, una de las técnicas de intervención evaluadas tenía que ser específicamente de deslizamiento neural, excluyendo por tanto aquellos estudios en los que, a pesar de estar dirigidos a actuar sobre el tejido nervioso, solo se evaluaban otras intervenciones como técnicas de puesta en tensión neural, estiramientos musculares, etc.

El objetivo del deslizamiento neural es producir un movimiento de deslizamiento de las estructuras nerviosas en relación con sus interfaces, colocando en tensión la estructura nerviosa proximal mientras se libera tensión distalmente, y después invertir la secuencia.

Los investigadores han demostrado que las técnicas de deslizamiento neural realmente consiguen un mayor movimiento de excursión del nervio que las técnicas simplemente de estiramiento del nervio⁴⁸.

La técnica de deslizamiento neural empleada no fue la misma en todos los estudios, distinguiendo técnicas distintas, aunque presentando todas ellas el mismo objetivo de aumentar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

En 8 de los estudios^{20,39,41,42,53-56} la técnica utilizada fue el deslizamiento del nervio ciático con el paciente colocado en sedestación, en posición de “slump test”. De este modo, la técnica comenzaba con el paciente sentado, con el tronco derrumbado, ambas manos unidas posteriormente a nivel lumbosacro y los pies sin apoyar en el suelo.

En 5 de estos estudios^{20,39,42,53,55} el paciente realizaba de forma activa dos conjuntos de movimientos alternos, de modo que comenzaba con (i) flexión cervical, flexión de rodilla y flexión plantar de tobillo para terminar finalmente en (ii) posición de extensión cervical, extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo. Esta alternancia entre (i) y (ii) se realizaba durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones y descansando 15 segundos entre cada una.

Por otra parte, en otros 2 estudios^{54,56} el deslizamiento neurodinámico también se realiza con el paciente en posición de slump, pero en este caso el fisioterapeuta aplica sobrepresión con una mano sobre los hombros para mantener la flexión, mientras que con la otra lleva pasivamente el pie a flexión dorsal y luego la rodilla a extensión hasta que el sujeto empieza a quejarse de leve incomodidad, flexionando a continuación la rodilla pasivamente.

Por último, en el estudio de Sharma⁴¹, se combina un estiramiento estático seguido del deslizamiento neurodinámico. De este modo, tras un estiramiento estático pasivo de isquiotibiales de 30 segundos, se realiza el deslizamiento neural en posición de slump. La columna cervical era extendida por el fisioterapeuta a la vez que el sujeto extendía activamente ambas rodillas, manteniendo la máxima dorsiflexión de los pies. Luego la columna cervical era flexionada pasivamente manteniendo la columna toracolumbar flexionada, mientras el sujeto flexionaba ambas rodillas.

En otros 3 estudios^{38,40,57}, la técnica de deslizamiento neural fue aplicada con el paciente recostado en decúbito supino, manteniendo la columna cervical y dorsal en flexión. Desde esta posición el fisioterapeuta realizaba una alternancia entre (i) flexión de cadera, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo y (ii) extensión de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar de pie. El fisioterapeuta alternaba la combinación de estos movimientos dependiendo del nivel de resistencia de los tejidos, realizando la técnica durante 180s.

Por otra parte, Singh⁵⁸ y Muragod⁵⁹ efectúan la técnica de deslizamiento neural con el paciente en decúbito supino. Singh realizaba como tratamiento una combinación de FNP seguida de la movilización neural. Esta se aplicó colocando la pierna del paciente en el hombro del fisioterapeuta y elevando la pierna con la rodilla en extensión hasta que el paciente sintiese un leve estiramiento. En este punto, el fisioterapeuta rotaba la cadera internamente y flexionaba dorsalmente el pie durante 3 segundos. Esta secuencia era repetida 5 veces en una sesión.

Por su parte Muragod⁵⁹, con el paciente también tumbado en decúbito supino, flexionaba su pierna hasta alcanzar 70° de flexión con la rodilla estirada y con dorsiflexión de tobillo. Realizaba 3 series de 30 repeticiones con 10 segundos de descanso después de cada una.

En otro estudio³⁷, el grupo intervención realizó dos ejercicios para mejorar la movilidad del tejido neural. En un primer momento realizaba la técnica conocida en inglés como "*Mulligan's Bent Leg Raise*" (BLR). Con el sujeto en decúbito supino, la rodilla flexionada del paciente era colocada en el hombro del fisioterapeuta, contra el que se le solicitaba que hiciese fuerza para a continuación relajar la pierna. En este momento, el fisioterapeuta sostenía la rodilla flexionada llevándola lo máximo posible en la dirección del hombro homolateral. Se mantiene esta posición durante 30 segundos y luego se baja la pierna a la camilla. Se realizan 3 repeticiones con descansos de 30 segundos entre cada una.

Tras esto, en un segundo momento, se realizaba la técnica de rotación de ambas piernas (TLRT, Two Leg Rotation Technique) por parte del paciente. Este, tumbado en decúbito supino, agarraba con sus manos el lateral de la camilla y flexionaba las piernas para que los pies estuviesen fuera de la camilla.

Con los hombros, que se mantenían dentro de la camilla, las piernas se rotaban lentamente hacia el lado derecho, se mantenía esta posición 30 segundos antes de regresar a la posición tumbada, y lentamente enderezada. Este procedimiento se repitió tres veces con una pausa de 30 s entre repeticiones.

Por último, en el estudio de Pietrzak⁶⁰, se empleó otra técnica distinta a las ya descritas, conocida en inglés como “modified long sit slump” (MLSS). En esta técnica el sujeto comienza en posición semisentada y la rodilla flexionada. El paciente utiliza la mano contraria para alcanzar el borde lateral del pie y colocarlo en dorsiflexión y eversión, y después es instruido para extender la rodilla y rotar internamente el fémur. El fisioterapeuta ayuda a facilitar las posiciones de tensión neurodinámica, y si la posición es bien tolerada por el paciente, se añade más flexión cervical y de tronco. La duración del estiramiento es de 5 segundos. Se realizan 3 series de 5 repeticiones, descansando 10 segundos entre cada repetición y 2-3 minutos entre serie y serie.

Cabe destacar que se les pidió a los participantes de los distintos estudios evitar el consumo de otros medicamentos, tratamientos alternativos o estiramientos de los isquiotibiales durante el período de estudio. No obstante, en los estudios en los que los participantes eran futbolistas, estos fueron instruidos para continuar con sus sesiones de entrenamiento, partidos y estiramientos de isquiotibiales rutinarios durante el período de estudio.

Comparaciones

Se consideran estudios que comparan una o varias técnicas de deslizamiento neural, entre ellas o en comparación con otras intervenciones como estiramientos musculares, intervenciones placebo o no recibir tratamiento de ningún tipo.

Medidas de resultado

El resultado primario que se valoró fue la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y los cambios que se produjeron en esta después de la intervención que se realizó en cada caso. Para evaluar la flexibilidad de los isquiotibiales se utilizaron distintos test y pruebas, como la extensión pasiva de rodilla (uno de los test más fiables y ampliamente usados para cuantificar cambios en la flexibilidad de los isquiotibiales), la prueba de extensión activa de rodilla o la prueba pasiva de elevación de la pierna recta. En otro estudio también se empleó la prueba de distancia dedos-suelo, en este caso más enfocada a comprobar el rango de movimiento de toda la cadena posterior del cuerpo.

En todos estos casos realizamos las mediciones de las pruebas con un goniómetro universal, excepto en el caso de la prueba de distancia dedos-suelo, que lo medimos con una cinta métrica, cogiendo como resultado final el valor medio de las tres mediciones que efectuamos en cada caso.

Los resultados secundarios fueron la tolerancia a la intensidad del estiramiento, medido con una escala numérica simple (SNRS) que va de 0 a 10, representando el 0 “no estiramiento muscular” y el 10 “el peor estiramiento muscular imaginable”. También se obtuvieron medidas de resultado en algún estudio de la tensión neural, utilizando para su medición el “slump test”, y de la máxima contracción isométrica voluntaria de los isquiotibiales (MVIC por sus siglas en inglés).

Diseño

Se consideran únicamente ensayos clínicos controlados y aleatorios.

5.8 Valoración de la calidad metodológica. Riesgo de sesgo.

Los estudios incluidos se calificaron utilizando la escala PEDro⁶¹. Esta escala fue desarrollada por el centro de fisioterapia basada en la evidencia y la empleamos para valorar la calidad metodológica de cada estudio. La escala PEDro es una lista de 11 puntos que usa respuestas de sí y no, y supone una herramienta validada, fiable y versátil utilizada para calificar los ensayos clínicos aleatorios.

El primer ítem se refiere a la validez externa del estudio y no se utiliza para calcular la puntuación de calidad final. La puntuación final (0-10) es, por tanto, el número de respuestas positivas en las preguntas 2-11.

Se considera que una puntuación en la escala PEDro de 6 o más representa un estudio de calidad alta, mientras que una puntuación de 5 o menos representa un estudio de baja calidad. No obstante, la escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la “validez” de las conclusiones de un estudio. Es decir, que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el

tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la “calidad” de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

La puntuación en la escala PEDro de los 15 estudios se muestra en la tabla 3.

Los diversos ítems de la escala PEDro se refieren a diferentes aspectos del análisis de los ECA, incluidos la validez interna, la validez externa y las estadísticas. Para permitir el análisis cuantitativo de la calidad metodológica de una revisión sistemática, se recomienda el análisis de los criterios de validez interna de cualquier herramienta de calificación. Para la Escala PEDro, se identificaron siete ítems relacionados con la validez interna. Estos siete elementos incluyen los ítems 2, 3 y de 5 a 9. Una puntuación de validez interna (PVI) también se ha utilizado en otras revisiones sistemáticas para permitir el cálculo del número de criterios de validez interna cumplidos para ese sistema de calificación particular y, por lo tanto, proporcionar una evaluación de la calidad metodológica. Se decidió calcular una PVI para esta revisión en función de los criterios de validez internos relevantes de la Escala PEDro. Las puntuaciones positivas de cada uno de estos siete ítems se sumaron para calcular la PVI (Tabla 3). Para estratificar la calidad metodológica, la PVI de los 7 ítems se dividió en tres categorías. Un estudio de alta calidad metodológica obtuvo valores de PVI de 6-7, una calidad moderada obtuvo valores de PVI de entre 4-5, y una calidad limitada se calificó entre 0-3.

Tabla 3. Puntuaciones en la escala PEDro de los estudios incluidos

Estudio	Ítems escala PEDro [†]											PT	Calidad Metodológica	PVI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Castellote-Caballero (2013) ²⁰	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10	Moderada	4
Suhas (2013) ³⁷	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10	Moderada	4
Castellote-Caballero (2014) ³⁸	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	7/10	Moderada	4
Pagare (2014) ⁵³	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	4/10	Limitada	2
Vidhi (2014) ⁵⁴	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4/10	Limitada	2
Babu (2015) ⁵⁵	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7/10	Moderada	4
Singh (2015) ⁵⁸	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10	Limitada	3
Areeudomwong (2016) ³⁹	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9/10	Alta	6
Curtis (2016) ⁵⁶	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7/10	Moderada	4
Rashad (2016) ⁴⁰	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10	Limitada	3
Sharma (2016) ⁴¹	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	8/10	Moderada	5
Golhar (2017) ⁴²	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	5/10	Limitada	3
Kumar (2017) ⁵⁷	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10	Limitada	3
Muragod (2017) ⁵⁹	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7/10	Moderada	4
Pietrzak (2018) ⁶⁰	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6/10	Limitada	3
Media											6.4/10			

Nota: PT= Puntuación Total; PVI= Puntuación de validez interna (sobre 7).

La puntuación total (0-10) fue obtenida por el número de respuestas positivas a las preguntas 2-11. Cuando la respuesta a una pregunta estaba poco clara el ítem fue puntuado como negativo.

[†] 1. Los criterios de elección fueron especificados. 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos. 3. La asignación fue oculta. 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores pronóstico más importantes. 5. Todos los sujetos fueron cegados. 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados. 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados. 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos. 9. Se presentaron resultados de los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave. 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

6. RESULTADOS

6.1 Selección de los estudios

De los 533 estudios que obtenemos inicialmente mediante la búsqueda en las diferentes bases de datos consultadas, resulta necesario destacar que un gran número de artículos (248) se encontraron duplicados. 21 estudios fueron identificados como potencialmente relevantes, después de analizar los títulos y/o resúmenes. Después de la revisión de estos 21 artículos a texto completo, 12 fueron excluidos por presentar los sujetos lesiones previas de isquiotibiales o valores iniciales de flexibilidad superiores a los establecidos en los criterios de inclusión (SLR > 80°).

Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados o preseleccionados para identificar documentos relevantes que no fuesen identificados por la búsqueda primaria, lo que nos aportó 6 documentos adicionales para la revisión.

De este modo, como vemos en el diagrama de flujo (figura 1), 15 ECAs, con un total de 713 participantes, fueron seleccionados para la realización de la revisión, cuyo objetivo principal era averiguar si la aplicación de las técnicas de deslizamiento neural en los músculos isquiotibiales ayuda a mejorar el déficit de flexibilidad de dicha musculatura.

6.2 Riesgo de sesgo en los estudios

Las puntuaciones en la escala PEDro de los 15 estudios incluidos en la revisión se muestran en la tabla 3. Las puntuaciones oscilaron entre 4 y 9, con una media de 6,4 sobre 10.

La calidad metodológica de cada trabajo, representada por la puntuación de validez interna (PVI), se detalla en la Tabla 3. Siete de los quince estudios revisados^{40,42,53,54,57,58,60} recibieron una PVI igual o inferior a 3, lo que sugiere que presentan una calidad metodológica limitada; siete de los estudios^{20,37,38,41,55,56,59} recibieron una PVI de 4 o 5, considerándose por tanto de calidad metodológica moderada, y solo un estudio³⁹ obtuvo una PVI de 6 o superior, lo que indica que posee una calidad metodológica alta.

De la tabla 3 podemos extraer que en todos los estudios los sujetos fueron asignados al azar a los grupos y que estos fueron similares al inicio, con relación a los indicadores pronóstico más importantes. Además, también se realizó un análisis entre los grupos y en todos los artículos menos dos^{42,53} se proporcionaron medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Por el contrario, es posible observar que en ningún estudio se cegó a los fisioterapeutas, y que tan solo en dos^{38,39} se cegó a los sujetos.

La falta de cegamiento de los participantes es potencialmente importante en estos ensayos. El conocimiento de la asignación a uno u otro grupo puede afectar a las respuestas de la intervención recibida e introducir un sesgo, ya que los participantes que saben, por ejemplo, que han sido asignados a un grupo que recibirá un nuevo tratamiento, pueden albergar expectativas favorables o por el contrario aumentar la aprensión.

6.3 Características de los estudios

De los 15 ECAs incluidos, el número promedio de participantes fue 47.53 (DT 26.43) con un rango de edades que oscila entre los 16 y los 75 años. De los 15 estudios incluidos en la revisión, en todos se especifica la edad de sus participantes, excepto en uno⁵⁴ en el que no se aportan datos al respecto. Aunque el rango de edades abarcado es muy amplio, todos los participantes tienen menos de 45 años, con excepción de un estudio⁵⁹, que realiza la intervención en personas mayores, de entre 65-75 años.

Con respecto al género de los participantes, ya que se incluyen tanto hombres como mujeres, todos los estudios especifican el número concreto perteneciente a cada uno. Un total de ocho estudios se realizan tanto en hombres como en mujeres; cinco con participantes solo hombres y dos con participantes solo mujeres.

Cabe señalar que en los 15 ECAs incluidos, se utilizaron distintas técnicas de deslizamiento neural para el nervio ciático. En 7 de ellos^{20,39,42,53-56} la técnica utilizada fue con el paciente situado en sedestación, en posición de “slump test”.

La segunda técnica de deslizamiento neural más empleada fue aquella aplicada con el paciente recostado en decúbito supino, manteniendo la columna cervical y dorsal en flexión. Esta técnica fue analizada en 3 ECAs^{38,40,57}.

También fueron estudiadas las combinaciones de 2 tipos de técnicas; analizándose la combinación de BLR (*bent leg raise*) y TLRT (*two leg rotation technique*)³⁷, el estiramiento FNP y la movilización neural con el paciente en decúbito supino⁵⁸ y el estiramiento estático junto con el deslizamiento neurodinámico en posición de slump⁴¹.

Por último, la técnica realizada con el paciente tumbado en decúbito supino solo fue analizada en 1 ECA⁵⁹, al igual que el estudio que analiza el empleo de la técnica de MLSS⁶⁰.

En cuanto a los tiempos de aplicación de las diferentes técnicas, destaca la gran heterogeneidad encontrada. De este modo, existen estudios que analizan los efectos inmediatos de una única intervención^{37,38,55,56}, hasta otros trabajos que incluyen 20 intervenciones⁵⁸.

En cuanto al seguimiento de los potenciales efectos, también encontramos diferencias entre ECAs, desde algunos que únicamente reevalúan los parámetros al final del tratamiento, hasta otros que realizan evaluaciones de seguimiento después de la primera semana, del primer mes y del segundo mes.

Las características de estos 15 estudios en relación con los participantes, intervenciones, resultados evaluados y la síntesis de estos resultados obtenidos se recogen en la tabla 4.

Tabla 4. Características de los estudios analizados

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Caballero et al. (2013) ²⁰	n = 28 hombres futbolistas sanos con $EPR \leq 75^\circ$. Rango de edad, 19 - 22 a. Edad media \pm DT: GI, 20.79 ± 1.05 a; GC, 20.71 ± 0.99 a.	n = 14 participantes Deslizamiento neurodinámico en posición de slump. Alternancia activa entre (i) y (ii) durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones. 3 sesiones en días alternos durante 1 semana.	n = 14 participantes. No tratamiento específico.	Resultados medidos al inicio y después del tratamiento. - ROM de la pierna dominante en la prueba de EPR.	Se obtuvo una diferencia significativa entre los grupos, a favor de la intervención neurodinámica, respecto al aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales post intervención. -El GI tuvo una media de ROM: Pre-test: 58.1° (95% CI: 54.3-61.8) Post-test: 67.4° (95% CI: 64.2-70.7) (58.1 ± 9.3 ; $p < 0.001$). - El GC tuvo una media de ROM: Pre-test: 58.9° (95% CI: 55.2-62.7) Post-test: 59.1° (95% CI: 55.9-62.4). (58.9 ± 0.2 ; $p = 0.684$) El grupo que recibió la intervención de deslizamiento neurodinámico mejoró significativamente (aumentando la flexibilidad de los isquiotibiales), mientras que el GC no lo hizo.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Suhas et al. (2013) ³⁷	n = 56 mujeres estudiantes con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE. Rango de edad, 18-22 a. Edad media \pm DT: GI, 22.32 ± 1.84 a; GC, 21.46 ± 2.50 a.	n = 28 participantes. Se realizan dos ejercicios: BLR y TLRT. En ambos casos se mantiene la posición durante 30 segundos y se realizan 3 repeticiones con descansos de 30 segundos entre cada una. Se realiza una intervención.	n = 28 participantes. Se realiza un estiramiento estático pasivo (con el paciente en DS colocando su pierna en el hombro del fisioterapeuta) y un autoestiramiento de los isquiotibiales (en este último caso contra una pared, también tumbado en DS). En ambos casos se mantiene el estiramiento durante 30 segundos y se repite 3 veces. Se realiza una intervención.	Resultados medidos al inicio y después del tratamiento. - Ángulo de flexión de rodilla en el AKE test. - Angulo de flexión de rodilla en slump test con flexión cervical. - Angulo de flexión de rodilla en slump test con extensión cervical.	El ángulo de flexión de rodilla se redujo en el AKE test (GI, 9.82 ± 6.59 ; GC, 10.00 ± 7.32) ($p= 0.924$, 95% IC = $-3.55, 3.91$), en el slump test con flexión cervical (GI, 16.43 ± 9.31 ; GC, 12.14 ± 8.10) ($p=0.072$, 95% IC = $-8.96, 0.391$) y en el slump test con extensión cervical (GI, 17.75 ± 11.78 ; GC, 10.54 ± 8.31) ($p= 0.011$, 95% IC = $-12.67, -1.75$). El ángulo de flexión de rodilla ha tenido una disminución significativa en los 3 test para ambos grupos, mostrando el GI una mayor reducción en comparación con el GC, especialmente en la prueba de slump test con extensión cervical, donde observamos una diferencia estadísticamente significativa. Los ejercicios dirigidos a la movilidad del tejido neural son más efectivos que los que apuntan a la extensibilidad muscular de los isquiotibiales en la mejora inmediata y post-intervención de los "isquiotibiales percibidos rígidos" en sujetos sin dolor de espalda ni patología.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PE德罗
Caballero et al. (2014) ³⁸	n = 120 (60 hombres, 60 mujeres). Todos sujetos sanos con EPR ≤ 80°. Rango de edad, 20-45 a. Edad media ± DT: G1, 33.9 ± 7.44 a; G2, 33.7 ± 7.68 a; G3, 32.7 ± 7.08 a.	G2: n = 40 participantes. Técnica de deslizamiento neural con el paciente recostado en DS alternando entre (i) flexión de cadera, flexión de rodilla, flexión dorsal del pie y (ii) extensión de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar del pie, durante 180s. Se realiza una intervención.	G1: n = 40 participantes. Estiramiento estático pasivo, con el paciente en DS, elevando la pierna con la rodilla extendida hasta encontrar la primera resistencia al movimiento, manteniendo esta posición durante 30 segundos, y realizando 6 repeticiones. (180 segundos en total). Se realiza una intervención. G3: n= 40 participantes Grupo placebo. Recibe movilizaciones pasivas en la articulación del pie durante 180 segundos. Se realiza una intervención.	Resultados medidos al inicio y después del tratamiento. - ROM de la pierna dominante en la prueba de EPR.	Tanto el grupo que recibió como tratamiento deslizamiento neural (G2) como el que recibió estiramientos (G1), aumentaron el ROM de flexión de cadera en la prueba de EPR, en relación con sus valores iniciales. El GC (G3) no presentó una mejora significativa. G2: 9.86 ± 2.51 (P < 0.001, 95% IC = 9.07, 10.68) G1: 5.50 ± 1.62 (P < 0.001, 95% IC = 4.98, 6.02) G3: 0.03 ± 0.62 (95% IC = -0.17, 0.22) Los hallazgos sugieren que una técnica de deslizamiento neurodinámico incrementará la flexibilidad de los isquiotibiales a corto plazo, en mayor grado que un estiramiento estático, en sujetos sanos con síndrome de isquiotibiales acortados.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEdro
Pagare et al. (2014) ⁵³	n = 30 hombres futbolistas sanos con $EPR \leq 75^\circ$. Rango de edad, 18-25 a. Edad media \pm DT: GI, 20.87 ± 2.29 a; GC, 22.47 ± 2.475 a.	n = 15 participantes. Deslizamiento neurodinámico en posición de slump. Alternancia activa entre (i) y (ii) durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones. 3 sesiones en días diferentes durante 1 semana.	n = 15 participantes. Estiramiento estático activo, con el sujeto sentado en el suelo, manteniendo la espalda neutra mientras se flexiona hacia adelante a través de sus caderas. Se mantiene el estiramiento durante 30 segundos. 3 sesiones en días diferentes durante una semana.	Resultados evaluados antes del tratamiento, después de la 1ª sesión y después de completar el tratamiento (después de las 3 sesiones). - ROM de la pierna dominante en la prueba de EPR.	Se mostró una mejora clínica y estadística significativa al final de las 3 sesiones, dentro de ambos grupos (aumento de 30.54° y 27.53° para el GI y el GC, respectivamente ($p < 0.001$)). Sin embargo, no se observó diferencia entre los dos grupos ($p = 0.057$) con respecto a aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales después de la intervención. El estudio revela un aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales similar siguiendo la técnica neurodinámica o los estiramientos. Por lo tanto, teniendo en cuenta los efectos perjudiciales del estiramiento estático en el rendimiento, fuerza y acondicionamiento se recomienda usar deslizamiento neurodinámico como técnica en la rutina previa al ejercicio.	4/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Vidhi et al. (2014) ⁵⁴	n = 60 (30 hombres, 30 mujeres). Todos con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE. No hay datos disponibles de las edades de los participantes.	n = 30 participantes. Deslizamiento neurodinámico en posición de slump, siendo el fisioterapeuta quien, mientras con una mano aplica sobrepresión sobre los hombros, lleva con la otra pasivamente el pie a flexión dorsal y luego la rodilla a extensión. Después el fisioterapeuta flexiona la rodilla pasivamente. Esto es repetido 30 veces, realizando 3 series en cada sesión. Se realizan 3 sesiones en 3 días consecutivos.	n = 30 participantes. Estiramiento de FNP. Con el paciente en DS, el terapeuta eleva la pierna extendida hasta un punto de leve molestia y sostiene el estiramiento durante 10 segundos. Luego el sujeto contrae isométricamente los isquiotibiales durante 6 segundos, empujando la mano del fisioterapeuta con la pierna estirada. Después relaja la pierna y se aplica un segundo estiramiento pasivo de 30 segundos, realizando 3 series en cada sesión. Se realizan 3 sesiones en 3 días consecutivos.	Resultados medidos al inicio y después del tratamiento. - Déficit de extensión activa de rodilla en la prueba de AKE.	La diferencia entre pre y post tratamiento para la disminución de los valores de falta de extensión, para el grupo que recibió el deslizamiento neurodinámico (GI) y el grupo que recibió FNP (GC), fue: - Pierna dominante (GC, 22.57 ± 4.97 ; GI, 16.43 ± 4.3) ($p = 0.0435$). - Pierna no dominante (GC, 24.40 ± 5.26 , GI, 16.8 ± 4.73) ($p = 0.0056$). El estudio concluye que hay una mejora significativa en la flexibilidad de los isquiotibiales con el tratamiento de FNP y con el de deslizamiento neural. Sin embargo, el estiramiento FNP demostró ser más efectivo que la técnica de deslizamiento neural para la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales.	4/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Babu et al. (2015) ⁵⁵	n = 80 (33 hombres, 47 mujeres). Todos sujetos sanos con EPR ≤ 75°. Rango de edad, 18-40 a. Edad media ± DT: GI, 26.03± 5.75 a; GC, 27.88 ± 5.96 a. Sexo: GI, 16 hombres y 24 mujeres; GC, 17 hombres y 23 mujeres.	n = 40 participantes. Deslizamiento neurodinámico en posición de slump. Alternancia activa entre (i) y (ii) durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones. Se realiza una intervención.	n = 40 participantes. Tratamiento con la técnica de BLR. Con el sujeto en DS, con la cadera y la rodilla flexionadas, este realiza 3 contracciones isométricas (de 5 segundos cada una) contra la resistencia que le ofrece el fisioterapeuta en el pie. Esto es seguido de la aplicación de un estiramiento. Este procedimiento se realiza en 5 posiciones progresivas de flexión de cadera. Se realiza una intervención.	Resultados medidos al inicio e inmediatamente después de la aplicación de la técnica utilizada en cada caso. - ROM en la prueba de EPR pasiva.	Existe una diferencia estadísticamente significativa en los valores de ROM de EPR dentro de cada grupo en comparación con sus valores iniciales, pero no hay una diferencia estadísticamente significativa en los valores de post intervención entre ambos grupos (p = 0.067). GI: media pretest + DT, 54.60 ± 9.45; media post-test + DT, 64.03 ± 9.99; p<0.05; (IC -10.163, -8.687). GC: media pretest + DT, 55.68 ± 9.03; media post-test + DT, 67.97 ± 8.99; p<0.05; (IC -13.208, -11.392). Se concluye que tanto el deslizamiento neural como la técnica de BLR son efectivas en la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales en sujetos asintomáticos con un ROM de EPR limitado. Sin embargo, no hay una diferencia significativa entre ambos grupos en esta mejora.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Singh et al. (2015) ⁵⁸	n = 24 mujeres con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE y con $EPR \leq 75^\circ$. Rango de edad, 25-40 a. Edad media \pm DT: GI, $28.58 \pm 2.71a$; GC, $28.92 \pm 1.98a$	n = 12 participantes Estiramiento FNP y movilización neural. La FNP se aplica igual que en los participantes del GC, y la movilización neural se aplica colocando la pierna del paciente en el hombro del fisioterapeuta y elevando la pierna con la rodilla en extensión hasta que el paciente sienta un leve estiramiento. En este punto, el fisioterapeuta rota la cadera internamente y flexiona dorsalmente el pie durante 3 segundos. Esta secuencia es repetida 5 veces en una sesión. 20 intervenciones (5 días/semana durante 4 semanas).	n = 12 participantes Estiramiento de FNP. Con el paciente en DS, el fisioterapeuta eleva la pierna extendida hasta un punto de leve molestia y sostiene el estiramiento durante 7 segundos. Luego el sujeto contrae isométricamente los isquiotibiales durante 7 segundos, empujando la mano del terapeuta con la pierna estirada. Después relaja la pierna 5 segundos y se aplica un segundo estiramiento pasivo hasta que el paciente refiera sensación de leve estiramiento en los isquiotibiales. Esto es repetido 5 veces. 20 intervenciones (5 días/semana durante 4 semanas).	Resultados medidos el 1º día (antes de empezar la intervención) y en el 20º día (después de completar las 4 semanas de intervención). - Déficit de extensión activa de rodilla en la prueba de AKE. - ROM en la prueba de EPR pasiva.	La flexibilidad de los isquiotibiales aumentó significativamente en ambos grupos después de las 4 semanas de intervención. Sin embargo, la comparación entre los grupos demostró que no existe una diferencia significativa entre ellos en la mejora de los valores en las pruebas de: AKE (GI, 23.58 ± 3.07 ; GC, 21.42 ± 2.58 ; $p = 0.075$) EPR (GI, 12.07 ± 2.18 ; GC, 10.75 ± 2.09 ; $p = 0.14$). Se concluye por tanto que el componente de movilización neural aplicado en combinación con el estiramiento de FNP no produce beneficios adicionales en cuanto a la flexibilidad de los isquiotibiales en las mujeres trabajadoras.	6/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Areeudomwong et al. (2016) ³⁹	n = 40 hombres futbolistas con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 15^\circ$ en el test de PKE. Rango de edad, 18-25 a. Edad media \pm DT: GI, 19.82 ± 1.40 a; GC, 20.09 ± 1.14 a.	n = 20 participantes. Deslizamiento neurodinámico en posición de slump. Alternancia activa entre (i) y (ii) durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones. 3 sesiones/semana durante 4 semanas.	n = 20 participantes. Recibieron placebo mediante onda corta, con la máquina encendida, pero sin estarse aplicando ningún tipo de corriente. 3 sesiones/semana durante 4 semanas. Cada sesión dura 10 minutos.	Resultados medidos antes de la aleatorización y un día después de la última intervención. - Ángulo de extensión de rodilla mediante el PKE test. - Máxima contracción isométrica voluntaria (MCIV).	En el ángulo de extensión de rodilla medido mediante el PKE test, el deslizamiento neurodinámico proporcionó un aumento significativo (11.917 ± 8.051 ; $p < 0.001$), mientras que el GC no lo hizo (1.417 ± 2.778). Respecto a la MCIV no hubo cambio significativo en ninguno de los grupos tras la intervención (GI, -0.028 ± 0.140 ; GC, 0.003 ± 0.054). El estudio revela que una técnica de deslizamiento neural de 4 semanas proporciona un incremento en el ángulo de extensión de la rodilla, lo que representa un aumento aparente de la extensibilidad de los isquiotibiales, sin producir un cambio significativo de la actividad electromiográfica de estos, en jugadores sanos con acortamiento de dicha musculatura.	9/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Curtis et al. (2016) ⁵⁶	n = 52 (20 hombres, 32 mujeres). Todos sujetos sanos que realizan actividad física regularmente. Rango de edad, 18-25 a. Sexo: GI, 9 hombres y 17 mujeres; GC, 11 hombres y 15 mujeres.	n = 26 participantes Movilización neural en posición de slump siendo el fisioterapeuta quien lleva pasivamente la rodilla a extensión y flexión. Se realizan 3 repeticiones de 30 segundos cada una. 1 intervención.	n = 26 participantes Estiramiento estático pasivo de isquiotibiales, con el paciente tumbado en DS. Con la cadera flexionada a 90°, el fisioterapeuta extiende pasivamente la rodilla hasta que el participante alcanza la máxima extensión posible sin sensación de dolor. 3 repeticiones de 30 segundos cada una. 1 intervención.	Resultados medidos al inicio y después del tratamiento. - Test de distancia dedos-suelo. - ROM de extensión de rodilla en el slump test. - Ángulo de extensión de rodilla mediante el PKE test.	Se produce un aumento estadísticamente significativo en los valores del test dedos-suelo en los participantes del GI (Z = -4.027, p < 0.01) y en el GC (Z = -3.704, p < 0.01), experimentando un cambio medio en la distancia dedos-suelo de 22.5 mm y 25.0 mm para el GI y el GC, respectivamente. Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre ambas intervenciones para la distancia dedos-suelo (U = 326.5, p = 0.833). También hubo un aumento significativo de la extensión de rodilla en el slump test para los participantes del GI (Z = -3.584, p < 0.001), pero no para los del GC (Z = -1.496, p = 0.135), experimentando un aumento medio en la extensión de rodilla de 3° y 0.75°, para el GI y GC respectivamente, pero sin diferencias significativas en el slump test entre ambas intervenciones (U = 240.5, p = 0.074). Por último, no hubo un cambio estadísticamente significativo en el PKE test tras la intervención en el GI (Z = -0.539, p = 0.590) ni en el GC (Z = -0.956, p = 0.339). El cambio medio en el PKE fue -0.75° para el GI y 1.0° para el GC. El estudio concluye que una sola sesión de movilización neural en la posición de slump, aumenta la distancia dedos-suelo, en una medida similar que el estiramiento estático de isquiotibiales. La movilización neural podría ser considerada, por tanto, como un método alternativo al estiramiento estático para la mejora del ROM.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Rashad et al. (2016) ⁴⁰	n = 40 hombres sanos con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE y con $EPR \leq 70^\circ$. Rango de edad, 18-26 a. Edad media \pm DT: GI, 22.0 ± 2.4 a; GC, 22.3 ± 1.8 a.	n = 20 participantes. Técnica de deslizamiento neural con el paciente recostado en DS alternando entre (i) flexión de cadera, flexión de rodilla, flexión dorsal del pie y (ii) extensión de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar del pie, con una duración de 180 segundos. Se realizan 5 intervenciones en días consecutivos.	n = 20 participantes Estiramiento estático pasivo. Con el sujeto en DS, el fisioterapeuta pasivamente eleva la pierna con la rodilla en extensión y el tobillo en posición neutra hasta el punto donde se detecta la primera resistencia al movimiento. Esta posición es mantenida durante 30 segundos y repetida 6 veces (duración total de 180s). Se realizan 5 intervenciones en días consecutivos.	Los resultados para ambos grupos fueron tomados el primer día y después de la intervención del 5º día. - Déficit de extensión activa de rodilla en la prueba de AKE. - ROM en la prueba de EPR.	Hubo una mejora significativa en la flexibilidad de los isquiotibiales, tras la realización tanto del deslizamiento neural como del estiramiento estático, aunque la mejora en el GI ($p < 0.001$) fue mayor que en el GC ($p < 0.02$). Los valores del AKE test se incrementaron en ambos grupos (pasando en el GI de 143.49 ± 5.95 a 158.6 ± 4.66 , y en el GC de 142.84 ± 6.23 a 152.3 ± 4.74), al igual que los valores de la prueba de EPR (aumentando en el GI de 57.11 ± 3.47 a 69.21 , y el GC de 56.92 ± 2.75 a 65.31). Se puede concluir que los deslizamientos neurodinámicos y los estiramientos estáticos son efectivos aumentando la flexibilidad de los isquiotibiales en hombres sanos, aunque el deslizamiento neurodinámico mostró un mayor efecto a corto plazo en comparación con el estiramiento.	6/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Sharma et al. (2016) ⁴¹	<p>n = 60 (33 hombres, 27 mujeres). Todos sujetos sanos con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE.</p> <p>Edad media \pm DT: G1, 21.75 \pm 1.86 a; G2, 21.7 \pm 2.25 a; G3, 22.80 \pm 2.64 a.</p>	<p>G1: n = 20 participantes. Estiramiento estático y deslizamiento neurodinámico. Tras el estiramiento (realizado igual que en el G3), se realiza el deslizamiento neural en posición de slump. La columna cervical es extendida por el fisioterapeuta a la vez que el sujeto extiende activamente ambas rodillas, manteniendo la máxima dorsiflexión de los pies. Luego la columna cervical es flexionada pasivamente manteniendo la columna toracolumbar flexionada, mientras el sujeto flexiona ambas rodillas. Se realizan 3 series. La primera, 10 repeticiones; la segunda, 15 repeticiones; y la tercera, 20 repeticiones. En total se realizan 3 intervenciones.</p>	<p>G2: n = 20 participantes. Estiramiento estático y puesta en tensión neural. La puesta en tensión se realiza en la misma posición que el deslizamiento. El fisioterapeuta flexiona pasivamente la columna cervical al mismo tiempo que extiende la rodilla y lleva el pie a dorsiflexión. La columna cervical después es extendida al mismo tiempo que se flexionan las rodillas. Se realizan 3 series. La primera, 10 repeticiones; la segunda, 15 repeticiones; y la tercera, 20 repeticiones. En total se realizan 3 intervenciones.</p> <p>G3: n = 20 participantes. Estiramiento estático. Con el sujeto en DS, con la cadera y la rodilla a 90° de flexión y el pie en flexión plantar, el fisioterapeuta extiende lentamente la rodilla hasta alcanzar la resistencia al movimiento. Mantiene el estiramiento durante 30 segundos. En total se realizan 3 intervenciones.</p>	<p>Resultados medidos al inicio y aproximadamente una hora después de la última intervención en el séptimo día.</p> <p>- Ángulo de extensión de rodilla mediante el PKE test.</p>	<p>Los 3 grupos consiguieron una reducción del déficit de extensión de rodilla (en grados) de: (G1, 18.6 \pm 6.4; G2, 20.9 \pm 7.9; G3, 11.3 \pm 7.3).</p> <p>Se observaron diferencias post-intervención significativas entre G1 y G3 (diferencia: - 6.8; 95% IC = -12, -1.5; p = 0.011) y entre G2 y G3 (diferencia: - 11.6; 95% IC = -16.7, -6.3; p < 0.001). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre el G1 y el G2 (diferencia: 4.8; 95% IC = 0.4, 9.9; p = 0.074).</p> <p>Se concluye que los deslizamientos neurodinámicos y las técnicas de puesta en tensión neural son ambas efectivas en aumentar la flexibilidad, como un adjunto al estiramiento estático. Ninguna de las dos técnicas de movilización neural demostró ser superior que la otra.</p>	8/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Golhar et al. (2017) ⁴²	n = 30 hombres futbolistas sanos con EPR ≤ 80°. Rango de edad, 16-22 a.	n = 15 participantes. Deslizamiento neurodinámico en posición de slump. Alternancia activa entre (i) y (ii) durante periodos de 60 segundos, haciendo 5 repeticiones. 3 días diferentes durante 1 semana.	n = 15 participantes. No recibieron un tratamiento específico. Durante el estudio se les mandó continuar con su rutina diaria de entrenamientos y partidos según lo programado.	Resultados medidos antes de la primera intervención y vueltos a medir después de la primera semana, del primer mes y después del segundo mes. - ROM en la prueba pasiva de EPR.	Los sujetos del GI experimentaron una mejora estadísticamente significativa en los grados de ROM de flexión de cadera (pasando de 69.69 a 77.27) en comparación con el GC (que pasó de 69.32 a 71.75), de modo que al final de los 2 meses los sujetos del GI obtuvieron una diferencia de 7.58 y los del GC de 2.43, respecto a los valores iniciales de cada uno. El p-valor para el GI fue de 0.0041 y para el GC fue de 0.3008. Estos valores sugieren que hubo un efecto a largo plazo significativo de la técnica de deslizamiento neural en la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales en los jugadores de fútbol.	5/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEDro
Kumar et al. (2017) ⁵⁷	n = 60 (43 hombres, 17 mujeres), con una pérdida de extensión de rodilla $\geq 20^\circ$ en el test de AKE. Sexo: GI, 21 hombres y 9 mujeres; GC, 22 hombres y 8 mujeres. Rango de edad, 20-30 a. Edad media \pm DT: GI, 23.16 ± 2.13 a; GC, 24.00 ± 1.72 a.	n = 30 participantes. Técnica de deslizamiento neural con el paciente recostado en DS alternando entre (i) flexión de cadera, flexión de rodilla, flexión dorsal del pie y (ii) extensión de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar del pie, con una duración de 180 segundos. 3 veces/semana durante 4 semanas	n = 30 participantes. FNP. Con el paciente en DS, el fisioterapeuta eleva la pierna extendida hasta un punto de leve molestia y sostiene el estiramiento durante 7 segundos. Luego el sujeto contrae isométricamente los isquiotibiales durante 3 segundos, empujando la mano del fisioterapeuta con la pierna estirada. Después relaja la pierna 5 segundos y se aplica un segundo estiramiento pasivo hasta que el paciente refiera sensación de leve estiramiento en los isquiotibiales. Este estiramiento es mantenido durante 7 segundos. Esta secuencia es repetida 5 veces, con un intervalo de 20 segundos entre cada repetición. 3 veces/semana durante 4 semanas.	Resultados medidos antes de la primera intervención y al finalizar el tratamiento (después de las 4 semanas). - Ángulo de extensión de rodilla mediante el AKE test.	Los valores del AKE test se incrementaron en ambos grupos (pasando en el GI de 144.63 ± 2.14 a 146.07 ± 2.03 , y en el GC de 146.57 ± 1.56 a 148.63 ± 1.67 ; $p = 0.001$). De este modo se observó una mejora significativa en la flexibilidad de los isquiotibiales en los sujetos del GC en comparación con el GI, al final de las 4 semanas. Se concluye que el estiramiento FNP es más efectivo que el deslizamiento neural para aumentar la flexibilidad de isquiotibiales en estudiantes universitarios, aunque ambas técnicas son casi iguales en su efectividad.	6/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Grupo Comparación	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEdro
Muragod et al. (2017) ⁵⁹	n = 20 (10 hombres, 10 mujeres), con una pérdida de extensión de rodilla de entre 20° y 50° en el test de PKE y con $EPR \leq 70^\circ$. Rango de edad, 65-75 a. Edad media \pm DT: GI, 66.2 ± 1.32 a; GC, 68.4 ± 3.59 a.	n = 10 participantes. Movilización neurodinámica. Con el paciente en DS, se le flexiona la pierna hasta alcanzar 70° de flexión con la rodilla estirada y con dorsiflexión de tobillo. Se realizan 3 series de 30 repeticiones con 10 segundos de descanso después de cada repetición. 10 sesiones (5 veces/semana durante 2 semanas).	n = 10 participantes. Estiramiento estático pasivo. Con el sujeto en DS, el fisioterapeuta pasivamente eleva la pierna con la rodilla en extensión y el tobillo en posición neutra hasta el punto donde se detecta la primera resistencia al movimiento. Esta posición es mantenida durante 60 segundos y repetida 3 veces, con 10 segundos de descanso entre repeticiones. 10 sesiones (5 veces/semana durante 2 semanas).	Resultados medidos antes y después de las 2 semanas de intervención. - Ángulo de extensión de rodilla mediante el PKE test. - ROM en la prueba pasiva de EPR.	Se observó un aumento significativo en la flexibilidad de los isquiotibiales en ambos grupos después de las 2 semanas de intervención. Se produjo un aumento de los valores (respecto a los iniciales) del PKE test (GI, 7.62 ± 1.15 ; GC, 3.02 ± 1.53 ; $p = 0.06$) y en la prueba de EPR (GI, 6.5 ± 1.81 ; GC, 2.6 ± 3.04 ; $p = 0.40$), no mostrando, sin embargo, diferencias significativas (nivel de significancia $p < 0.05$) en la mejora del PKE test (0.06) y en la prueba de EPR (0.40) entre ambos grupos. Los resultados revelan que ambas intervenciones mejoran la flexibilidad de los isquiotibiales en personas mayores, y que no hubo una diferencia significativa entre ambos grupos en dicha mejora.	7/10

Tabla 4. Características de los estudios analizados (continuación)

Estudio	Participantes	Grupo Intervención	Resultados evaluados	Síntesis de resultados	PEdro
Pietrzak et al. (2018) ⁶⁰	n = 13 (9 hombres, 4 mujeres). Sujetos sanos con una EPR < 75° en hombres y < 80° en mujeres. Edad media ± DT: 24 ± 8 a.	Se emplea la técnica conocida en inglés como “modified long sit slump” (MLSS) tal y como está descrita anteriormente. La duración del estiramiento es de 5 segundos. Se realizan 3 series de 5 repeticiones, descansando 10 segundos entre cada repetición y 2-3 minutos entre serie y serie. Para evitar efectos del orden de intervención y/o pierna dominante el tratamiento fue contrarrestado con 6 sujetos recibiendo primero el tratamiento en la pierna dominante y los otros 7 en la no dominante. Después de un periodo de lavado de 3 semanas la intervención fue repetida en la otra pierna.	Resultados medidos antes de la intervención, inmediatamente después y una hora después de esta. - Extensibilidad muscular segmentaria y extrasegmentaria, medida mediante la prueba de EPR y el “prone knee bend test” (PKB). - Intensidad del estiramiento, medida mediante una escala de calificación numérica. Las mediciones fueron tomadas al alcanzar el máximo ROM (en ambas pruebas; EPR y PKB).	La técnica MLSS aumentó significativamente los valores de la prueba de EPR y el PKB test, en ambos bilateralmente, (directamente después de la intervención, sin aumento adicional una hora después, P <0 .001). El efecto para la EPR fue mayor en la pierna ipsilateral en comparación con la contralateral (aumentando desde los valores iniciales a 1 hora después: +9° ± 6° y +5° ± 5°, respectivamente, P <0 .001). Sin embargo, la intervención MLSS sobre el PKB tuvo efectos similares en la pierna ipsilateral y en la contralateral (aumentando desde los valores iniciales a 1 hora después: +5 ± 5° y +5 ± 4°, respectivamente). Para ambas pruebas, EPR y PKB, el efecto de la primera sesión fue conservado al comienzo de la segunda sesión, 3 semanas más tarde. Por otra parte, en cuanto a las calificaciones de intensidad del estiramiento se mostró una mayor tolerancia a este después de la intervención, especialmente en la pierna ipsilateral. Se concluye que la aplicación de esta técnica de deslizamiento neural, la MLSS, produce un aumento significativo y duradero de la flexibilidad, ipsilateral y contralateral, y de la tolerancia al estiramiento, en una población sana y activa, con isquiotibiales acortados.	6/10

Abreviaciones: A, años; AKE Test, “active knee extension test”; BLR, “bent leg raise”; DS, decúbito supino; DT, desviación típica; EPR, extensión de la pierna recta; FNP, facilitación neuromuscular propioceptiva; GI, grupo intervención; GC, grupo comparación; IC, intervalo de confianza; MCIV, máxima contracción isométrica voluntaria; MLSS, “modified long sit slump”; N, número de sujetos; PKB, “prone knee bend test”; PKE Test, “passive knee extension test”; ROM, “range of movement”; TLRT, “two leg rotation technique”.

6.4 Resultados de los estudios

Una vez examinados los artículos, se realizó un análisis acerca de la eficacia de las distintas técnicas de intervención utilizadas sobre una serie de hipótesis preestablecidas en los objetivos de esta revisión, a las que pretendíamos dar respuesta. Estas consistían en analizar si la aplicación de las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático aumentaban la flexibilidad de los isquiotibiales en personas con el síndrome de isquiotibiales acortados; analizar si dichas técnicas de deslizamiento son más o menos efectivas que los estiramientos estáticos y que los estiramientos de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en la mejora de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial; comprobar si las técnicas de deslizamiento neural tienen efectos a largo plazo sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, y determinar si, en caso de mejorar el déficit de flexibilidad de los isquiotibiales (factor de riesgo de lesión en múltiples deportes), se conseguiría una reducción del número de lesiones de esta musculatura en la práctica deportiva.

6.5 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales

En relación con la eficacia de las técnicas de deslizamiento neural sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, todos los estudios incluidos en esta revisión (15/15) han considerado este criterio. Destacamos que en todos los ensayos los participantes que recibieron técnicas de deslizamiento neural experimentaron una mejora estadísticamente significativa en la flexibilidad, al menos a corto plazo, independientemente de la técnica de deslizamiento empleada durante la intervención.

En dos de estos estudios^{41,58} la técnica de deslizamiento neural no se aplicó de forma aislada, sino en combinación con un estiramiento FNP y un estiramiento estático, respectivamente, consiguiendo mejoras estadísticamente significativas en ambos casos. Además, en este último estudio⁴¹, se compara la intervención combinada del estiramiento estático y la técnica de deslizamiento neural con otra intervención que combina el mismo estiramiento estático con una técnica de puesta en tensión neural.

Aunque diversos investigadores han demostrado que las técnicas de deslizamiento realmente producen un mayor movimiento de excursión del nervio que simplemente sometiendo a este a estiramiento⁴⁸, en este caso no hubo una diferencia significativa entre ambas intervenciones, por lo que ninguna de las dos técnicas de movilización neural demostró ser superior que la otra.

6.6 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural en comparación con los estiramientos estáticos y los estiramientos FNP

Con relación a la eficacia de las técnicas de deslizamiento neural en comparación con los estiramientos, nos encontramos 7 estudios^{37,38,40,41,53,56,59} que comparan la intervención neurodinámica con la aplicación de estiramiento estático, y otros 4 estudios^{54,55,57,58} que la comparan con el estiramiento FNP.

En los 7 estudios que realizan la comparación de las técnicas de deslizamiento neural con el estiramiento estático, este es realizado por el fisioterapeuta (es un estiramiento pasivo) en todos los estudios menos en uno⁵³; en el que los participantes realizan el estiramiento de forma activa en sedestación. La duración de estos estiramientos es de 30 segundos en 6/7 estudios, con la excepción del estudio de Mugarod⁵⁹, donde este se mantiene durante 60s.

Cabe destacar que de los 7 estudios donde la técnica de deslizamiento neural se compara con el estiramiento estático, este obtiene mejoras significativas en cuanto a la flexibilidad en todos ellos. 4 de estos estudios^{37,38,40,41} concluyen que las técnicas de deslizamiento producen un mayor efecto sobre la flexibilidad de los isquiotibiales a corto plazo. De hecho, en el estudio de Sharma⁴¹ se compara un grupo que recibe el estiramiento estático combinado con deslizamiento neural en la misma intervención con otro grupo que recibe el mismo estiramiento estático realizado de forma aislada, concluyéndose que los deslizamientos neurodinámicos son efectivos aumentando la flexibilidad como un adjunto al estiramiento estático.

Por el contrario, en los 3 ensayos restantes^{53,56,59} se afirma que ambas intervenciones mejoran la flexibilidad de los isquiotibiales pero que no existe una diferencia significativa entre ambos grupos en dicha mejora.

Por otra parte, respecto a los 4 estudios que compararon las técnicas de deslizamiento neural con la aplicación del estiramiento FNP, cabe destacar que en todos ellos se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa de la flexibilidad al aplicar este estiramiento.

En dos de estos estudios^{54,57} el estiramiento FNP demostró ser más efectivo que la técnica de deslizamiento neural para la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales (aunque bien es cierto que en el estudio de Kumar⁵⁷ ambas técnicas presentaban casi la misma efectividad).

En otro de los estudios⁵⁸ se realizaba la comparación entre un grupo que recibía como intervención estiramiento FNP en combinación con deslizamiento neural y otro grupo al que se le aplicaba solo el estiramiento. La flexibilidad de los isquiotibiales aumentaba significativamente en ambos grupos después de las 4 semanas de intervención. Sin embargo, la comparación entre los grupos demostraba que no existía una diferencia estadísticamente significativa entre ellos, por lo que se concluye que el componente de movilización neural aplicado en combinación con el estiramiento de FNP no produce beneficios adicionales en cuanto a la flexibilidad de los isquiotibiales.

Por último, en el estudio de Babu⁵⁵ también existe una diferencia estadísticamente significativa dentro de cada grupo en comparación con sus valores iniciales, pero no hay una diferencia estadísticamente significativa en los valores de post intervención entre ambos grupos, por lo que no se demuestra que una técnica sea más efectiva que la otra.

6.7 Eficacia de las técnicas de deslizamiento neural a largo plazo

Conocer el efecto de las técnicas de deslizamiento neural a largo plazo, pese a ser una característica de suma importancia, sigue a ser una de las grandes incógnitas. En la gran mayoría de los artículos, los resultados de las intervenciones se evalúan inmediatamente al acabar el tratamiento, sin realizar un período de seguimiento. De este modo, obtenemos el efecto a corto plazo, pudiendo comparar la flexibilidad de los participantes al inicio y al final del tratamiento, pero sin saber si estos efectos se perpetúan en el tiempo o por el contrario son solo temporales.

De hecho, en tan solo uno⁴² de los 15 estudios incluidos en la revisión se presta directamente atención a los efectos a largo plazo de las técnicas de deslizamiento neural.

En dicho ensayo los resultados son medidos después de la primera semana, del primer mes y después del segundo mes de finalizar la intervención (que se realiza durante 1 semana).

Los sujetos que reciben la técnica de deslizamiento experimentaron una mejora estadísticamente significativa, presentando al final de los 2 meses una diferencia de 7.58 respecto a los valores iniciales (frente a la diferencia de 2.43 de los sujetos del GC).

Efecto de las técnicas de deslizamiento neural sobre la flexibilidad de los isquiotibiales en personas con el síndrome de isquiotibiales acortados: una revisión sistemática

El p-valor para el grupo que recibió el deslizamiento neural fue de 0.0041, mientras que, para el GC fue de 0.3008, lo que sugiere que hubo un efecto significativo a largo plazo de la técnica de deslizamiento neural en la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales en los jugadores de fútbol.

Sin embargo, este estudio también presenta varias limitaciones. El tamaño de la muestra es bastante reducido (30 sujetos) y solo se incluyeron hombres futbolistas; por lo que las posibles diferencias de género en el ROM no pudieron ser evaluadas y el resultado no se puede generalizar.

Por otra parte, en el ensayo de Pietrzak⁶⁰ (estudio cruzado), aunque no se realiza un estudio de los efectos a largo plazo, se observa que, el efecto de la primera sesión fue conservado al inicio de la segunda, después de un periodo de lavado de 3 semanas entre una y otra intervención.

Se podría concluir, por tanto, que la aplicación del deslizamiento neural, produce un aumento significativo y duradero de la flexibilidad, en una población sana y activa con isquiotibiales acortados.

No obstante, se necesitan más investigaciones que estudien los efectos a largo plazo de estas técnicas, ya que la literatura existente al respecto es muy limitada actualmente.

7. DISCUSIÓN

7.1 Resumen de la evidencia

Las pruebas de provocación del tejido nervioso son de uso común tanto en medicina como en fisioterapia. Su propósito es determinar si estos tejidos pueden ser o no responsables de generar, mantener o perpetuar los signos y síntomas que presenta el paciente.

El fisioterapeuta debe considerar al sistema nervioso como una parte integrante de la función del sistema musculoesquelético, de tal forma que deben desarrollarse estrategias clínicas que incluyan pruebas de provocación para explorar la función mecánica del sistema nervioso⁶².

Un test de provocación neural se define como una secuencia de movimientos poliarticulares diseñada para retar las capacidades físicas de una parte del SN al incrementar la longitud y dimensión del lecho en el que está contenido, la longitud del tejido nervioso en sí mismo, así como la presión en y alrededor de él.

Representa un método sencillo y efectivo para obtener información en relación a la movilidad y sensibilidad frente al estrés y deformación mecánica de una parte del sistema nervioso. Puede despertar respuestas dolorosas, musculares o neurovegetativas como parte de un componente de tensión mecánica y de una mecanosensibilidad aumentada por alteración en los mecanismos periféricos o centrales del dolor⁶³.

Para estirar el grupo muscular isquiotibial, se va a usar una combinación de flexión-extensión de cadera, con flexión-extensión de rodilla, parámetros usados también en la técnica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático^{62,64}.

La variación de la resistencia percibida por el examinador que se produce como respuesta a un test neurodinámico, es uno de los signos más importantes de aumento de la mecanosensibilidad del tejido nervioso. Este aumento de la resistencia no es necesariamente reflejo del comportamiento viscoelástico del sistema nervioso y su tejido conectivo asociado, sino de un aumento de la actividad muscular que busca proteger el sistema⁶⁵.

La búsqueda llevada a cabo para identificar los ECAs que investigasen los efectos de las técnicas de deslizamiento neural en la flexibilidad de los isquiotibiales, nos aportó 533 estudios, de los que finalmente solo 15 se ajustaron a los criterios de

inclusión/exclusión preestablecidos, y que fueron seleccionados con el objetivo de responder adecuadamente a las preguntas de investigación formuladas.

Siete de los quince estudios revisados^{40,42,53,54,57,58,60} presentan una calidad metodológica limitada; otros siete estudios^{20,37,38,41,55,56,59} una calidad metodológica moderada y solo un estudio³⁹ posee una calidad metodológica alta.

Estos ensayos se pueden considerar heterogéneos en cuanto a las intervenciones y a las medidas de resultado utilizadas. Respecto a las técnicas empleadas, aunque siempre es una técnica de deslizamiento neural, no es la misma en todos los estudios, e incluso entre estudios que emplean la misma, esta es ejecutada de forma activa o pasiva dependiendo del ensayo, al igual que varían los tiempos de aplicación, las repeticiones y el número final de intervenciones.

En cuanto a las medidas de resultado, aunque hay más homogeneidad, ya que los test están detalladamente descritos y en todos los estudios se aplican de la misma forma para la obtención de los resultados, no en todos los ensayos se utilizan los mismos.

La población que abarcan los distintos ensayos también es bastante heterogénea, tanto en edad (aunque en general se trata de adultos jóvenes), como en estilo de vida (tanto población sedentaria como deportistas). No obstante, en todos los casos los participantes tenían que presentar el síndrome de isquiotibiales acortados bilateral o sensación de tirantez y falta de flexibilidad en dicha zona, además de estar exentos de cualquier lesión o patología que pudiese afectar a los miembros inferiores.

Al analizar los resultados obtenidos observamos en un primer momento que en todos los estudios se ha producido una mejora estadísticamente significativa en la flexibilidad tras recibir las técnicas de deslizamiento neural, independientemente de la técnica empleada durante la intervención.

En dos de estos estudios^{41,58} la técnica de deslizamiento neural no se aplicó de forma aislada, sino en combinación con un estiramiento FNP y un estiramiento estático, respectivamente, consiguiendo mejoras estadísticamente significativas también en ambos casos.

Aunque existen varias teorías que explican este aumento de flexibilidad tras efectuarse una técnica de deslizamiento neural, una de las más recientes afirma que el aumento en la extensibilidad de los tejidos no es resultado de la modificación de las propiedades mecánicas del músculo estirado, sino que proviene de los cambios en la percepción individual del estiramiento y el dolor, adoptando de este modo un nuevo “punto de

parada” en el rango de movimiento. Esto se conoce como la “teoría sensorial”⁶⁶, y afirma que cambios en la neurodinámica podrían modificar dichas sensaciones.

Estos efectos de las técnicas de deslizamiento neural se compararon en 7 estudios con los estiramientos estáticos, en 4 estudios con el estiramiento FNP, en 3 con placebo y en el ensayo restante, dado que se trata de un estudio cruzado, el grupo actúa como su propio control y no existe un grupo de comparación.

Cabe destacar que de los 7 estudios donde la técnica de deslizamiento neural se compara con el estiramiento estático, en 4 de ellos^{37,38,40,41} se concluye que las técnicas de deslizamiento producen un mayor efecto en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales. De hecho, en el estudio de Sharma⁴¹ se compara un grupo que recibe el estiramiento estático combinado con deslizamiento neural en la misma intervención con otro grupo que recibe el mismo estiramiento estático realizado de forma aislada, concluyéndose que los deslizamientos neurodinámicos son efectivos aumentando la flexibilidad como un adjunto al estiramiento estático.

Por el contrario, en los 3 ensayos restantes^{53,56,59} se afirma que ambas intervenciones mejoran la flexibilidad de los isquiotibiales pero que no existe una diferencia significativa entre ambos grupos en dicha mejora.

Existe evidencia considerable para sugerir que el estiramiento estático produce un aumento de la flexibilidad a corto plazo⁶⁷ por lo que los resultados de todos los ensayos están de acuerdo con esto.

No obstante, la mayoría de los estudios que comparan los efectos de los estiramientos estáticos con las técnicas de deslizamiento neural, afirman que este último tipo de técnicas es más efectivo. Sin embargo, estos 3 últimos estudios citados no concluyen lo mismo.

En el caso del ensayo de Mugarod⁵⁹, que es el único que se realiza sobre personas de edad avanzada (65-75 años), la razón aparente para poder tener obtenido resultados similares, podría ser la diferencia de duración del estiramiento estático utilizado en este estudio. En este caso los sujetos recibieron estiramientos estáticos de 60 segundos de duración, mientras que en los estudios previos los estiramientos estáticos aplicados duraban 30 segundos.

Por otra parte, respecto a los 4 estudios que compararon las técnicas de deslizamiento neural con la aplicación del estiramiento FNP, en dos de ellos^{54,57} el estiramiento FNP

demonstró ser más efectivo que la técnica de deslizamiento neural mientras que en los otros dos^{58,55} no se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa post intervención, por lo que no se demostró que una técnica fuese más efectiva que la otra. En la técnica de FNP, después de la contracción isométrica hay un breve período de tiempo durante el cual el músculo se relaja de manera refleja y, por lo tanto, puede ser estirado fácilmente. Cuando los músculos se contraen, se producen tensión en el punto donde el músculo está conectado al tendón. La inhibición autogénica ocurre en un músculo contraído o estirado, mediante una disminución de la excitabilidad debido a las señales inhibitorias enviadas desde los órganos tendinosos de Golgi. La contracción del músculo aprovecha la inhibición autogénica para disminuir la tensión muscular, permitiendo el alargamiento de las fibras musculares⁶⁸.

Como comentamos, dos estudios obtuvieron un mejor resultado en la aplicación del estiramiento FNP, mientras que los otros dos no observaron diferencias entre este y las técnicas de deslizamiento neural. Es difícil comparar los resultados obtenidos o tratar de averiguar el motivo, debido a que cada uno utiliza unos tiempos de estiramiento y de contracción isométrica diferentes, además de que también varía sustancialmente el número de intervenciones realizadas, oscilando desde solo una (en el caso del estudio de Babu⁵⁵), hasta las 20 (en el caso del estudio de Singh⁵⁸). En este último estudio se realizaba la comparación entre un grupo que recibía como intervención estiramiento FNP en combinación con deslizamiento neural y otro grupo al que se le aplicaba solo el estiramiento. La flexibilidad de los isquiotibiales aumentaba significativamente en ambos grupos después de las 4 semanas de intervención. Sin embargo, la comparación entre los grupos demostraba que no existía una diferencia estadísticamente significativa entre ellos, por lo que se concluye que el componente de movilización neural aplicado en combinación con el estiramiento de FNP no produce beneficios adicionales en cuanto a la flexibilidad de los isquiotibiales.

En el caso de los estudios de Vidhi⁵⁴ y Kumar⁵⁷, donde el estiramiento FNP demostró ser más efectivo que la técnica de deslizamiento neural, estos concuerdan con los hallazgos de diversos estudios previos que relatan que el estiramiento FNP es la técnica más efectiva para producir un aumento de flexibilidad y rango de movimiento^{25,69}.

En los ensayos donde las técnicas de deslizamiento neural se comparan con un tratamiento placebo^{20,39} o directamente con no recibir tratamiento⁴², hay que destacar que estos tres estudios se realizan sobre futbolistas. Estos fueron instruidos para continuar con sus sesiones de entrenamiento, partidos y estiramientos rutinarios durante

el período de estudio, por lo que, los participantes del grupo control, a pesar de no recibir ningún tratamiento específico, sí se están viendo sometidos a la realización de los estiramientos que realizan habitualmente. En los tres estudios se obtiene una mejora significativa en el grupo que recibe el deslizamiento neural en comparación con los grupos control, en los que no se producen cambios destacables.

Por tanto, en la presente revisión observamos que las técnicas de deslizamiento neural parecen presentar resultados más beneficiosos que los estiramientos estáticos, mientras que en relación con los estiramientos de FNP, los estudios además de escasos, presentan resultados poco concluyentes.

Estos hallazgos contradictorios, unidos al hecho de que no exista ninguna otra revisión que analice este tema concreto, reflejan la necesidad de realizar más estudios empleando intervenciones neurodinámicas o estudios combinando ejercicios de movilidad del tejido neural con otros ejercicios de flexibilidad, para establecer la intervención terapéutica más eficaz en la mejora de la flexibilidad de los tejidos blandos.

De todos modos, el hecho de que las técnicas de deslizamiento neural produzcan una mejora de la flexibilidad a corto y supuestamente a largo plazo, que parezcan no producir los efectos negativos sobre el rendimiento y la fuerza que se asocian a los estiramientos estáticos y FNP, y su menor agresividad en la aplicación en comparación, por ejemplo, con un estiramiento estático, los convierte en una importante alternativa a utilizar en las rutinas de pre ejercicios, mientras se sigue investigando sus efectos y lo que nos puede aportar en un futuro.

En definitiva, dados los resultados obtenidos en esta revisión y a la luz de las publicaciones sobre neurobiología del dolor y neurodinámica consultadas, parece coherente tener en consideración a los tejidos neurales tanto en la exploración como en el tratamiento fisioterápico, no sólo desde el punto de vista de tejido “conductor de impulsos” sino desde el punto de vista de estructura con propiedades mecánicas que ocupa un espacio y que se relaciona mecánicamente con el tejido que le rodea, ya que una modificación en esa carga mecánica que le producen los tejidos de alrededor puede producir modificaciones en su fisiología.

7.2 Limitaciones

- La existencia de un único evaluador a lo largo de todo el proceso de búsqueda y análisis de los resultados, ya que pudo suponer la introducción de sesgos.
- La inclusión exclusivamente de artículos a los que se tuvo acceso de forma gratuita, lo que pudo influir en los resultados de la revisión.

7.3 Recomendaciones

- Dado que en tan solo un estudio se determinan los efectos de las técnicas de deslizamiento neural a largo plazo, se deben realizar más investigaciones para determinar si los efectos de estas técnicas se mantienen con el paso del tiempo.
- Todos los estudios se realizaron con participantes sanos que presentasen el síndrome de isquiotibiales acortados. Estos resultados no se pueden extrapolar a una población con patología o a individuos lesionados, ya que desconocemos si los resultados podrían ser diferentes.
- La falta de cegamiento de los participantes y de los fisioterapeutas es potencialmente importante en estos ensayos. El conocimiento de la asignación a uno u otro grupo puede afectar a las respuestas de la intervención recibida e introducir un sesgo. Los resultados de estos ensayos, por tanto, deben interpretarse con precaución, siendo conscientes de todos modos, que en el ámbito de la fisioterapia el cegamiento de los fisioterapeutas es casi imposible.
- En estudios posteriores podría plantearse incluir algometría en la región posterior del muslo, para buscar relaciones con el dolor neurogénico periférico.

8. CONCLUSIONES

- La aplicación de las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático consigue aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales en personas sanas con el síndrome de isquiotibiales acortados.
- Las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático son más efectivas que los estiramientos estáticos en la mejora de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial.
- Los estudios que comparan las técnicas de deslizamiento longitudinal del nervio ciático con los estiramientos de FNP obtuvieron resultados dispares en la mejora de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, presentando en algunos casos la misma efectividad entre ambas y en otros una mayor eficacia a favor del FNP.
- Las técnicas de deslizamiento neural tienen supuestamente efectos a largo plazo sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, aunque son necesarios más estudios que lo confirmen.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ferreira González I, Urrútia G, Alonso-Coello P. Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64(8):688-96.
2. 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: A Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2003;31(1):41-6.
3. 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;23(2):660-7.
4. Puranen J, Orava S. The hamstring syndrome--a new gluteal sciatica. *Ann Chir Gynaecol*. 1991;80(2):212-4.
5. Luque Suárez A, Fuente Hervías MT, Barón López FJ, Labajos Manzanares MT. Relación entre el test de elevación de pierna recta y el test ángulo poplíteo en la medición de la extensibilidad isquiosural. *Fisioterapia*. 2010;32(6):256-63.
6. Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Harmsen WS, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(4):246-52.
7. Ayala F, Baranda PS de. Efecto De La Duración Y Técnica De Estiramiento De La Musculatura Isquiosural Sobre La Flexión De Cadera. *Cult Cienc Deporte*. 2008;3(8):93-9.
8. Kendall FP, Mac Creary EK, Geise Provance P. *Músculos: pruebas, funciones y dolor postural*. 5ª Ed. Madrid: Marbán; 2005.
9. da Silva Dias R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*. 2008;30(4):186-93.
10. Aparicio EQ. Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. *Osteopatía Científica*. 2008;3(3):115-24.
11. Luque Suárez A, Fuente Hervías MT, Barón López FJ, Labajos Manzanares MT. Relación entre el test de elevación de pierna recta y el test ángulo poplíteo en la medición de la extensibilidad isquiosural. *Fisioterapia*. 2010;32(6):256-63.
12. Gajdosik R, Lusin G. Hamstring Muscle Tightness Reliability of an Active-Knee-Extension Test. *Phys Ther*. 1983;63(7):1085-8.
13. Butler DS. *Movilización del sistema nervioso*. 1ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
14. Norkin C, White D. *Goniometría. Evaluación de la movilidad articular*. 1ª Ed. Madrid: Marban; 2003

15. Ferrer López, V; Santonja Medina, F; Carrión Valera, M; Martínez Rianza, L. Comparación de dos test (EPR y poplíteo) para el diagnóstico del síndrome de isquiosurales cortos. *Arch Med Deporte*. 1994;11(43):247-54.
16. Erkula G, Demirkan F, Kiliç BA, Kiter E. Hamstring shortening in healthy adults. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2002;16(2):77-81.
17. Norris CM, Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: An initial evaluation. *J Bodyw Mov Ther*. 2006;10(2):122-6.
18. Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J. Standing and Supine Hamstring Stretching Are Equally Effective. *J Athl Train*. 2004;39(4):330-4.
19. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med Auckl NZ*. 1992;14(2):82-99.
20. 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. *Phys Ther Sport*. 2013;14(3):156-62.
21. Ekstrand J, Häggglund M, Waldén M. Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *Am J Sports Med*. junio de 2011;39(6):1226-32.
22. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA Injury Study. *Am J Sports Med*. 2013;41(2):327-35.
23. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med*. 2012;46(2):81-5.
24. Wang W. The effects of static stretching versus dynamic stretching on lower extremity joint range of motion, static balance, and dynamic balance [Tesis doctoral]. Milwaukee: University of Wisconsin Milwaukee; 2013
25. Puenteadura EJ, Huijbregts PA, Celeste S, Edwards D, In A, Landers MR, et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Phys Ther Sport*. 2011;12(3):122-6.
26. Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res*. 2008;22(5):1422-8.
27. Marshall PWM, 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. *J Sci Med Sport*. 2011;14(6):535-40.
28. Feland JB, Marin HN. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Br J Sports Med*. 2004;38(4):E18.
29. Méndez-Sánchez R, Alburquerque-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. *J Altern Complement Med.* 2010;16(6):669-75.
30. Dallas G, Smirniotou A, Tsiganos G, Tsopani D, Di Cagno A, Tsolakis C. Acute effect of different stretching methods on flexibility and jumping performance in competitive artistic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54(6):683-90.
 31. Avloniti A, Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Avloniti C, Protopapa M, Draganidis D, et al. The Acute Effects of Static Stretching on Speed and Agility Performance Depend on Stretch Duration and Conditioning Level. *J Strength Cond Res.* 2016;30(10):2767-73.
 32. Alemdaroğlu U, Köklü Y, Koz M. The acute effect of different stretching methods on sprint performance in taekwondo practitioners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(9):1104-10.
 33. Barroso R, Tricoli V, Santos Gil SD, Ugrinowitsch C, Roschel H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res.* 2012;26(9):2432-7.
 34. Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):223-6.
 35. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(10):632-9.
 36. Cramer JT, Beck TW, Housh TJ, Massey LL, Marek SM, Danglemeier S, et al. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *J Sports Sci.* 2007;25(6):687-98.
 37. Mhatre BS, Singh YL, Tembhekar JY, Mehta A. Which is the better method to improve “perceived hamstrings tightness” – Exercises targeting neural tissue mobility or exercises targeting hamstrings muscle extensibility? *Int J Osteopath Med.* 2013;16(3):153-62.
 38. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Puenteadura 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;2014:1-8.
 39. Areeudomwong P, Oatyimprai K, Pathumb S. A randomised, placebo-controlled trial of neurodynamic sliders on hamstring responses in footballers with hamstring tightness. *Malays J Med Sci.* 2016;23(6):60–69.
 40. Ahmed AR, Samhan AF. Short Term Effects of Neurodynamic Stretching and Static Stretching Techniques on Hamstring Muscle Flexibility in Healthy Male Subjects. 2016;6.
 41. 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. *Phys Ther Sport*. 2016;17:30-7.
42. Golhar S, Sangram T, Patil P. Long term effect of Neurodynamic sliding technique to improve hamstring flexibility in football players. 2017;1(2):4.
 43. Kornberg C, Lew P. The Effect of Stretching Neural Structures on Grade One Hamstring Injuries. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989;10(12):481-7.
 44. Boyd BS, Wanek L, Gray AT, Topp KS. Mechanosensitivity of the lower extremity nervous system during straight-leg raise neurodynamic testing in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(11):780-90.
 45. De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Ambite-Quesada S, Gil-Crujera A, Puentedura EJ, Valenza MC, et al. Response of Pain Intensity to Soft Tissue Mobilization and Neurodynamic Technique: A Series of 18 Patients With Chronic Carpal Tunnel Syndrome. *J Manipulative Physiol Ther*. 2012;35(6):420-7.
 46. Zamorano Zarate E. Movilizacion neuromeningea: tratamiento de los trastornos mecanosensitivos del sistema nervioso. Panamericana; 2013.
 47. Hengeveld E, M. Maitland. Manipulacion vertebral: tratamiento de los trastornos neuromusculoesqueleticos. 8.^a ed. Elsevier Health Sciences Spain; 2014.
 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):213-21.
 49. Coppieters MW, Andersen LS, Johansen R, Giskegjerde PK, Høivik M, Vestre S, et al. Excursion of the Sciatic Nerve During Nerve Mobilization Exercises: An In Vivo Cross-sectional Study Using Dynamic Ultrasound Imaging. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(10):731-7.
 50. Ozmen T, Yagmur Gunes G, Dogan H, Ucar I, Willems M. The effect of kinesio taping versus stretching techniques on muscle soreness, and flexibility during recovery from nordic hamstring exercise. *J Bodyw Mov Ther*. 2017;21(1):41-7.
 51. Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *J Strength Cond Res*. 2009;23(2):507-12.
 52. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2633-51.
 53. 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 Musculoskelet Res*. 2014;17(02):1450009.
 54. Vidhi S, Anuprita T, Asmita K, Twinkle D, Unnati P, Sujata Y. Comparison of PNF Technique with NDS Technique for Hamstrings Tightness in Asymptomatic Subjects. *Indian J Physiother Occup Ther - Int J*. 2014;8(3):158.

55. Vinod Babu K. Immediate effect of neurodynamic sliding technique versus mulligan bent leg raise technique on hamstring flexibility in asymptomatic individuals. *Int J Physiother.* 2015; 2(4): 658-666
56. Curtis B, Retchford T. Acute Effects of Neural Mobilization and Static Hamstring Stretching on Multi-joint Flexibility in a Group of Young Adults. *J Nov Physiother.* 2015;06(01).
57. Singh AK, Nagaraj S, Palikhe RM. Neurodynamic sliding versus PNF stretching on hamstring flexibility in collegiate students: A comparative study. *Int J Phys Educ.* :5.
58. Singh S, Grover V, Singh S. Effect Of Neural Mobilization And PNF Stretching On Hamstring Flexibility In Working Women.-*Int J Health Sci Res IJHSR.* 2015;5(8):361-8.
59. Muragod AR, Pathania T. Effects of static stretching and neurodynamic mobilization on hamstring flexibility in elderly population- A randomized clinical trial. :4.
60. Pietrzak M, Vollaard NBJ. Effects of a Novel Neurodynamic Tension Technique on Muscle Extensibility and Stretch Tolerance: A Counterbalanced Crossover Study. *J Sport Rehabil.* 2018;27(1):55-65.
61. Escala PEDro (Español) PEDro N.d.
<http://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/>, accessed June 7,
62. Butler D. *Movilización del sistema nervioso.* Barcelona: Paidotribo; 2002.
63. Jaberzadeh S, Scutter S, Nazeran H. Mechanosensitivity of the median nerve and mechanically produced motor responses during Upper Limb Neurodynamic Test 1. *Physiotherapy.* 2005;91(2):94-100.
64. Shacklock M. *Neurodinámica clínica. Un nuevo sistema de tratamiento musculoesquelético.* Madrid: Elsevier España; 2007.
65. van der Heide B, Allison GT, Zusman M. Pain and muscular responses to a neural tissue provocation test in the upper limb. *Man Ther.* 2001;6(3):154-62.
66. Weppler CH, Magnusson SP. Increasing Muscle Extensibility: A Matter of Increasing Length or Modifying Sensation? *Phys Ther.* 2010;90(3):438-49.
67. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):27-32.
68. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med Auckl NZ.* 2006;36(11):929-39.
69. nasiri M, balavar M, asghari A. The Effect of Four Different Muscle Stretches on the Flexibility of Hamstring Muscles in University Boys of 18 to 28 Years Old of Mahabad Payame Noor University. 2011;8.