

REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS

Eficacia de la facilitación neuromuscular propioceptiva frente al estiramiento estático en personas con artrosis de rodilla

Javier Bleda Andrés

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Juan Orcajada Pérez

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Iván López Pérez

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Alberto Vivancos López

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Ignacio Manuel Ramos Pérez

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Juan Pablo Estevan Sáez

Grado en Fisioterapia. Universidad de Murcia, Departamento de Fisioterapia.

Fecha recepción: 26.07.2021

Fecha aceptación: 27.07.2021

RESUMEN

Preguntas: ¿Cuáles son los efectos del estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) en la intensidad del dolor, el rango de movimiento en flexión, la capacidad funcional y la flexibilidad de isquiotibiales en personas con artrosis de rodilla? ¿Expone el estiramiento FNP mejores efectos en estas variables frente a otros abordajes en pacientes con artrosis de rodilla? Diseño: revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos controlados aleatorizados. Participantes: personas con artrosis de rodilla. Intervención: estiramiento mediante FNP, de duración mayor o igual a 6 sesiones. Medidas de resultado: variables principales de intensidad del dolor, rango de movimiento en flexión, capacidad funcional y flexibilidad de isquiotibiales y variable secundaria de fuerza muscular. Resultados: de los 741 estudios identificados, cinco cumplieron criterios

de inclusión y cuatro fueron meta-analizados (186 participantes). Un estudio evaluó el efecto del estiramiento FNP frente al ejercicio convencional, detectando ausencia de diferencias significativas entre grupos tras la intervención. Cuatro estudios compararon el estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático tras la intervención (DM 4 semanas, DT 2.4; 156 participantes). El efecto del estiramiento FNP fue superior al del estiramiento estático en la intensidad del dolor (DM -1.41, IC 95% -1.99 a -0.84), el Índice Lequesne, la flexibilidad de isquiotibiales (DM de -4.41, IC 95% -6.27 a -2.55) y la fuerza muscular a los 180°/segundo. El efecto significativo se mantuvo durante el seguimiento en estas medidas de resultado, además de constatar el mismo en el instrumento TUG. Conclusión: el estiramiento FNP reporta mejoras significativas en personas con artrosis de rodilla frente a la ausencia de intervención, así como beneficios moderados frente al estiramiento estático en la intensidad del dolor, la capacidad funcional, la flexibilidad de isquiotibiales y la fuerza muscular. En otras variables, los beneficios del estiramiento FNP son similares a los del estiramiento estático.

Palabras clave: Propioceptivo, neuromuscular, facilitación, estiramiento, estiramiento estático, artrosis de rodilla.

ABSTRACT

Questions: What are the effects of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching on pain intensity, flexion range of motion, functional capacity, and hamstring flexibility in people with osteoarthritis of the knee? Does PNF stretching show better effects on these variables compared to other approaches in patients with knee osteoarthritis? Design: systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. Participants: people with knee osteoarthritis. Intervention: stretching using PNF, lasting more than or equal to 6 sessions. Outcome measures: main variables of pain intensity, flexion range of motion, functional capacity and flexibility of hamstrings and secondary variable of muscle strength. Results: of the 741 studies identified, five met the inclusion criteria and four were meta-analyzed (186 participants). One study evaluated the effect of PNF stretching compared to conventional exercise, detecting the absence of significant differences between groups after the intervention. Four studies compared PNF stretching to static stretching after the intervention (MD 4 weeks, SD 2.4; 156 participants). The effect of PNF stretching was superior to that of static stretching on pain intensity (MD -1.41, 95% CI -1.99 to -0.84), Lequesne Index, hamstring flexibility (MD -4.41, 95% CI -6.27) at -2.55) and muscle strength at 180° / second. The significant effect was maintained during follow-up in these outcome measures, in addition to being verified in the TUG instrument. Conclusion: FNP stretching reports significant improvements in people with knee osteoarthritis compared to the absence of intervention, as well as moderate benefits compared to static stretching in pain intensity, functional capacity, hamstring flexibility and muscle strength. In other variables, the benefits of FNP stretching are similar to those of static stretching.

Keywords: *Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, static stretching, knee osteoarthritis, systematic review, meta-analysis.*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en torno al 10% de la población mundial mayor de 60 años posee manifestaciones clínicas atribuibles en exclusiva a artrosis¹. Una de las localizaciones principales es la rodilla, convirtiéndose en la forma más común de artritis degenerativa^{2,3} y representando la patología más prevalente atendiendo a dolor musculoesquelético y discapacidad en esta articulación⁴. Cabe destacar su etiología multidimensional de desarrollo lento, asociada al incremento de la edad y en la que pueden constatarse los primeros síntomas en torno a los 40 años⁵. Los principales factores de riesgo descritos son la obesidad, una predisposición genética, fracturas previas de rodilla o la ejecución de actividades con cargas adicionales⁶, dando lugar a la aparición de áreas focales con pérdida de cartilago articular en la superficie sinovial⁷. El diagnóstico se construye gracias a criterios clínicos apoyados por la presencia de hallazgos radiológicos objetivados mediante diferentes sistemas de clasificación, entre los que destaca la escala de Kellgren-Lawrence^{8,9}. Su fisiopatología desemboca frecuentemente en la aparición de dolor tendente a la cronicación, la reducción del rango de movimiento, impotencia funcional y aumento de discapacidad¹⁰⁻¹⁵.

El tratamiento conservador en artrosis de rodilla se compone del empleo de dispositivos ortopédicos, fármacos analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos sumado a un programa de rehabilitación. En caso de fracaso, se propone una intervención quirúrgica consistente en la implantación de una prótesis total de rodilla¹⁶. Atendiendo al abordaje fisioterápico, cabe destacar el desarrollo de ejercicio terapéutico de fuerza y resistencia en combinación con vendaje de realineación patelar, crioterapia, termoterapia y técnicas de stretching y terapia manual¹⁷⁻²⁵. Además de la reducción del dolor y restablecimiento de la funcionalidad, es primordial la recuperación del rango de movimiento llevada a cabo mediante maniobras de estiramiento y elongación de la musculatura periarticular limitante²⁶⁻²⁸.

La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) constituye un método de reprogramación sensoriomotora cuyo objetivo es producir excitaciones en el sistema nervioso y

desencadenar respuestas motrices^{29,30}. Sus patrones espaciales y diagonales en combinación con la aplicación de procedimientos básicos y técnicas específicas han demostrado aumentar el rango articular en diferentes patologías del sistema musculoesquelético³¹⁻³⁴.

Debido a la ausencia de estudios de revisión referentes a la efectividad del estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva en artrosis de rodilla, es preciso llevar a cabo una compilación sistemática y análisis riguroso de la evidencia previa sobre esta problemática. Por ello, las preguntas de investigación en esta revisión sistemática y metaanálisis fueron:

1. ¿Cuáles son los efectos del estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva en la intensidad del dolor, el rango de movimiento en flexión de rodilla, la capacidad funcional y la flexibilidad de isquiotibiales en personas con artrosis de rodilla?
2. ¿Expone el estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva mejores efectos en estas medidas de resultado frente a otros abordajes de intervención en pacientes con artrosis de rodilla?

MATERIAL Y MÉTODOS

La guía y el diagrama de flujo "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses" (PRISMA) fueron empleados en la estructura de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de la presente revisión sistemática³⁵.

Identificación y Selección de los Estudios

Se llevó a cabo la búsqueda sistemática en las siguientes bases de datos: base de datos de fisioterapia basada en la evidencia (PEDro), PubMed, Cochrane Library y Scopus. La búsqueda combinó términos MESH, palabras clave y sinónimos relevantes a la intervención ("proprioceptive neuromuscular facilitation", "pnf") y a la población ("osteoarthritis, knee", "knee osteoarthritis"). Cada base de datos se revisó desde el resultado más antiguo disponible hasta el 10 de abril de 2020. Sólo se incluyeron ensayos clínicos controlados aleatorizados en idioma inglés, y las referencias de los artículos incluidos también fueron analizadas para la extracción de otros estudios de posible interés.

Box 1. Criterios de inclusión.

Diseño de estudio	Ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECAs) publicados en inglés.
Participantes	Personas con diagnóstico de artrosis de rodilla.
Intervención	Estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva, con duración del programa mayor o igual a 6 sesiones. Rechazo de co-intervenciones diferentes en combinación con estiramiento FNP a excepción de que las mismas estuviesen presentes en ambos grupos de tratamiento.
Medidas de resultado	Variables principales: intensidad del dolor, rango de movimiento en flexión de rodilla, capacidad funcional y flexibilidad de isquiotibiales. Variables secundarias: fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético de rodilla.
Comparaciones	Estiramiento de facilitación neuromuscular propioceptiva frente a ejercicio terapéutico convencional. Estiramiento de facilitación neuromuscular propioceptiva frente a estiramiento estático.

La búsqueda inicial y la evaluación de los títulos y resúmenes se llevó a cabo por uno de los autores (JB). Los estudios duplicados e ilegibles fueron excluidos por dos autores (JO y JPE). Ante insuficiente información, se analizó el estudio a texto completo por otro autor (IL), llevándose a cabo un debate científico colectivo con otros dos autores (IMR y AV) en caso de desacuerdo. Los estudios se seleccionaron exclusivamente tras satisfacer los criterios de inclusión atendiendo al modelo Paciente, Intervención, Comparación, Medida de Resultado, Diseño de Estudio (PICOS) presente en el Box 1. No se aceptaron co-intervenciones diferentes en combinación con estiramiento FNP, a excepción de que estas estuviesen presentes en ambos grupos de tratamiento.

Evaluación de las características de los estudios

Riesgo de sesgo y calidad de la evidencia

Los estudios incluidos fueron analizados de forma independiente por dos autores (JB y AV) atendiendo a la calidad metodológica y riesgo de sesgo de los mismos, empleando la escala de la base de datos de fisioterapia basada en la evidencia (PEDro), con el objetivo de limitar la aparición del mismo, tener una idea más precisa de las potenciales comparaciones, guiar la interpretación de los resultados y

evaluar la fiabilidad por consenso³⁶. Los desacuerdos entre autores se abordaron a través de un debate colectivo de corte científico, y en los casos en los que no fue posible, un tercer autor intervino en la decisión final (IMR).

Participantes, intervención y medidas de resultado

Se llevó a cabo una extracción de datos personalizada de cada ensayo por un autor (JO), para posteriormente ejecutar un análisis y confirmación por un segundo autor (JB). Los datos extraídos incluían información referente al diseño del estudio, participantes (número, edad, género, grupos de intervención y grado de artrosis de rodilla según la escala de Kellgren y Lawrence, o mediante la clasificación propuesta por Altman), intervención (características relativas al estiramiento mediante FNP y al tratamiento en el grupo control, duración de la sesión, frecuencia de sesiones por semana y duración del tratamiento), medidas de resultado, tiempo de evaluaciones (post-tratamiento inmediato y seguimiento posterior), adherencia, número de abandonos del estudio y hallazgos principales.

Los datos de las variables principales se extrajeron de cada estudio siempre y cuando estos hicieran referencia a intensidad del dolor, rango de movimiento en flexión de rodilla, capacidad funcional y flexibilidad de isquiotibia-

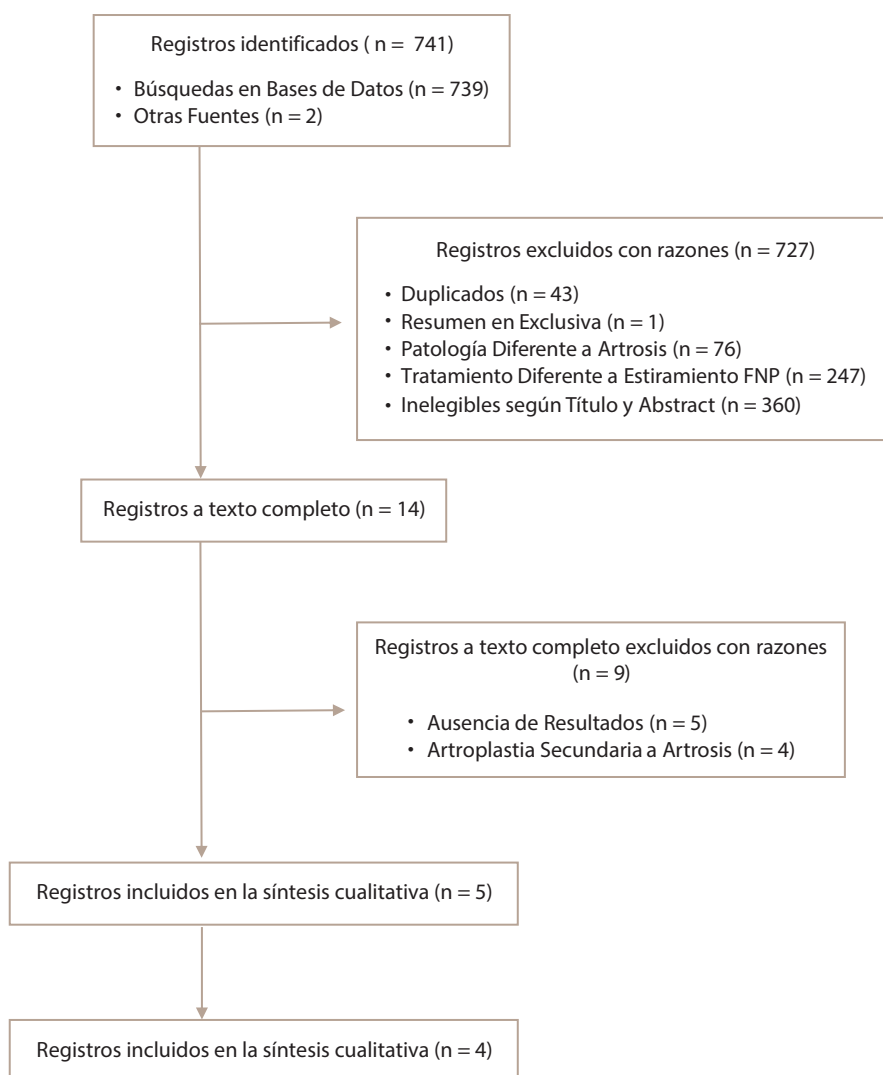


Figura 1. Flujo de los estudios a lo largo de la revisión.

les. La medida de resultado secundaria la constituyó la fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético de rodilla.

Análisis de datos

El metaanálisis se llevó a cabo si al menos dos estudios reportaban datos referentes a la misma medida de resultado, empleando el software Review Manager versión 5.3 cuando fuera posible³⁷. Los datos primarios (medias y desviaciones típicas) se extrajeron directamente o calcularon mediante otros estadísticos en el papel, y en el caso de valores perdidos se envió una solicitud al autor de correspondencia del estudio³⁸. Se llevó a cabo un modelo de efectos aleatorios para todos los metaanálisis, atendiendo al tipo y naturaleza de los estudios incluidos y sus resultados obtenidos, asumiendo tamaños del efecto paramétricos diferentes³⁹. Para la interpretación y estimación del efecto medio, se calculó la media con intervalo de confianza al 95% en los casos en los que se agruparon datos de la misma medida de resultados, mientras que en los casos de datos de resultado pertenecientes a medidas de resultado similares pero diferentes, se ejecutó una media ponderada estandarizada⁴⁰.

La homogeneidad se evaluó con el Test de Chi Cuadrado y el estadístico I², destacando un grado de heterogeneidad sustancial con valores mayores o iguales al 50%⁴¹. En caso de heterogeneidad superior a dicho límite, se llevaría a cabo un análisis de sensibilidad ejecutando un procedimiento de exclusión "uno a uno", en los casos en los que fuera posible. El sesgo de publicación se examinó con una inspección visual de asimetría en funnel plot. Cuando las variables fueron evaluadas en múltiples puntos temporales (post tratamiento y seguimiento posterior), los datos de cada evaluación fueron extraídos para incluirse en metaanálisis separados.

RESULTADOS

Flujo de los estudios a lo largo de la revisión

La estrategia de búsqueda identificó 741 resultados potencialmente relevantes, de los cuales 15 fueron evaluados a texto completo. 5 estudios fueron incluidos en la revisión de la evidencia⁴²⁻⁴⁶, 3 de ellos procedentes directamente de las bases de datos bibliográficas determinadas en la estrategia de búsqueda inicial^{42,45,46}, y los otros 2 estudios restantes recabados tras analizar fuentes externas^{43,44} (motores de búsqueda bibliográfica y referencias relativas a estudios previamente publicados). Las razones de exclusión del resto de los estudios se presentan en la Figura 1.

Características de los estudios incluidos

De los cinco estudios incluidos en la revisión, uno evaluó el efecto del estiramiento mediante FNP en comparación con ejercicio terapéutico convencional⁴³. Los cuatro restantes reportaron datos de la misma comparación, en concreto estiramiento de FNP frente a estiramiento estático^{42,44-46}, por lo que se incluyeron estos últimos en el metaanálisis atendiendo a varias medidas de resultado. De los cuatro estudios, todos contribuyeron al análisis cuantitativo con resultados post-tratamiento inmediato, y dos aportaron resultados post-tratamiento a lo largo del seguimiento tras la finalización de la intervención^{42,45}, permitiendo un mayor número de metaanálisis de datos recabados tras la finalización de la fase de intervención.

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos

Las puntuaciones PEDro fueron establecidas por los autores para los cinco estudios incluidos en la revisión⁴²⁻⁴⁶. Las puntuaciones PEDro se distribuyeron en un intervalo comprendido entre 7 y 8 (media 7.4, desviación típica 0.48, mediana 7), expuestas en la Tabla 2. Ningún estudio reportó cegamiento de terapeutas, mientras que el cegamiento de sujetos fue determinado en un estudio⁴³, al igual que ocurrió con el cegamiento de evaluadores⁴². Los cinco estudios reportaron datos de comparación de resultados entre grupos y expusieron estimaciones puntuales y de variabilidad para al menos una variable. Las medidas de al menos uno de los resultados clave se obtuvieron de más del 85% de los sujetos iniciales en todos los estudios incluidos, al igual que ocurrió atendiendo a la presentación de los resultados de los sujetos que recibieron tratamiento. Tanto la asignación oculta como la presencia de características demográficas se llevó a cabo en todos los estudios incluidos.

Participantes

Los 5 estudios incluidos se llevaron a cabo entre 2009 y 2019, involucrando un total de 186 personas con artrosis de rodilla⁴²⁻⁴⁶. En dos estudios, los datos referentes al género de los participantes no fueron reportados^{43,44} (60 participantes, 32%). Los 3 estudios restantes (126 participantes) se compusieron de 46 hombres (36%) y 80 mujeres (64%)^{42,45,46}. La edad media de los participantes se reportó como mayor de 40 en un estudio⁴⁴, y la misma en los 4 estudios restantes osciló desde los 47 a 64 años. Tres estudios reportaron datos sobre el grado de artrosis de rodilla según Kellgren y Lawrence⁴³⁻⁴⁵ y un estudio según

Tabla 1. Puntuaciones de la Escala PEDro para los estudios incluidos (n = 5).

Estudio	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Comparabilidad al Inicio	Cegamiento de sujetos	Cegamiento de terapeutas	Cegamiento de evaluadores	Resultados > 85%	Análisis por intención de tratar	Comparaciones entre grupos	Datos de media y variabilidad	Total (0 a 10)
Weng 2009 ⁴²	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	8
Gul 2015 ⁴³	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	8
Meena 2016 ⁴⁴	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	7
Abdallah 2018 ⁴⁵	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	7
Arul 2019 ⁴⁶	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	7

Tabla 2. Características detalladas de los estudios incluidos (n = 7).

Estudio	Participantes	Intervención		Medidas de resultado
		Experimental	Control	
Weng 2009 ⁴²	N = 66 Edad media = 64 Género: 14 H, 52 M 2 Grupos GE: n =33 GC: n =33 Diagnóstico de Artrosis de Rodilla grado 2 Altman.	10 repeticiones, 3 sesiones/semana, 8 semanas. Técnicas específicas FNP: contracción-relajación y sostén-relajación.	10 repeticiones, 3 sesiones/semana, 8 semanas. Técnica de Estiramiento Estático Activo-Asistido.	<ul style="list-style-type: none"> Dolor (VAS) Rango de Movimiento Flexión (Goniómetro) Capacidad Funcional (Índice LI) Fuerza Muscular (Dinamómetro según método modificado Snow and Blacklin) Evaluación al comienzo del estudio, al final de la intervención y 1 año después.
Gul 2015 ⁴³	N = 30 Edad Media = 56 Género: NC 2 Grupos GE: n =15 GC: n =15 Diagnóstico de Artrosis de Rodilla grado 1 y 2 K. y L.	3 sesiones/semana, 4 semanas. Termoterapia, fortalecimiento muscular y flexibilidad. Técnicas de Estiramiento FNP.	3 sesiones/semana, 4 semanas. Termoterapia, fortalecimiento muscular y flexibilidad. Ejercicio terapéutico convencional.	<ul style="list-style-type: none"> Dolor (VAS) Capacidad Funcional (WOMAC) Evaluación al comienzo del estudio y tras finalizar la intervención.
Meena 2016 ⁴⁴	N = 30 Edad Media = >40 años Género: NC 2 Grupos GE: n =15 GC: n =15 Diagnóstico de Artrosis de Rodilla grado 1 y 2 K. y L.	3 repeticiones/sesión, 3/semana, 2 semanas. Termoterapia superficial húmeda. Técnica específica FNP: sostén-relajación.	3 repeticiones por sesión, 3/semana, 2 semanas. Termoterapia superficial húmeda. Técnicas de Estiramiento Estático.	<ul style="list-style-type: none"> Dolor (VAS) Flexibilidad de Isquiotibiales (AKET) Evaluación al comienzo del estudio y tras finalizar la intervención.
Abdallah 2018 ⁴⁵	N = 30 Edad Media = 58 Género: 16H, 14M 2 Grupos GE: n =15 GC: n =15 Diagnóstico de Artrosis de Rodilla grado 2 y 3 K. y L.	10 repeticiones/5 semanas. Ultrasonidos de baja intensidad y termoterapia superficial. Técnica específica FNP: sostén-relajación.	10 repeticiones/5 semanas. Ultrasonidos de baja intensidad y termoterapia superficial. Técnica de Estiramiento Estático Activo-Asistido.	<ul style="list-style-type: none"> Rango de Movimiento Flexión (Goniómetro) Capacidad Funcional <ul style="list-style-type: none"> (WOMAC) (TUG) Evaluación antes del tratamiento, tras su finalización y 1 mes después.
Arul 2019 ⁴⁶	N = 30 Edad Media = 47 Género: 16 H, 14 M 2 Grupos GE: n =15 GC: n =15 Diagnóstico de Artrosis de Rodilla.	3 repeticiones/sesión, 6/semana, 1 semana. Ejercicio isométrico de cuádriceps, termoterapia de parafina. Técnica específica FNP: sostén-relajación.	3 repeticiones/sesión, 6/semana, 1 semana. Ejercicio isométrico de cuádriceps, termoterapia de parafina. Técnica de Estiramiento Estático Pasivo.	<ul style="list-style-type: none"> Dolor (NPRS) Capacidad Funcional (TUG) Flexibilidad de Isquiotibiales (AKET) Evaluación antes del tratamiento y el último día de la intervención.

la clasificación de Altman⁴², oscilando en un rango desde el grado 1 hasta el grado 3, mientras que el estudio restante reportó en exclusiva diagnóstico de artrosis de rodilla⁴⁶. Se exponen más detalles en la Tabla 3.

Intervenciones

Los períodos de intervención a lo largo de los estudios incluidos se extendieron en un rango de 1 a 8 semanas (me-

dia 4, desviación típica 2.4)⁴²⁻⁴⁶. Se llevaron a cabo diferentes frecuencias semanales y duraciones de las sesiones de intervención en cuatro de los estudios incluidos^{42-44, 46}, abarcando desde las 2 a las 5 veces por semana (media 3.7, desviación típica 1.3), exceptuando un estudio que no reportó el número de sesiones por semana⁴⁵.

Un estudio comparó el tratamiento de estiramiento mediante FNP a través de técnicas no especificadas frente a

Tabla 3. Resultados del estiramiento mediante FNP frente al ejercicio terapéutico convencional, relativos a medias en cada punto temporal y significación estadística de diferencias.

Variable	Grupos				P-value
	Semana 0		Semana 4		
	Exp (n = 15)	Con (n = 15)	Exp (n = 15)	Con (n = 15)	
VAS (0 a 10) ^a	7.27 (8.43 a 6.1)	7.27 (8.43 a 6.1)	3.4 (4.698 a 2.1)	3.53 (4.9 a 2.0)	0.001
WOMAC (0 a 98) ^a	64.33 (74.87 a 53.78)	60.60 (72.91 a 48.29)	29 (39.03 a 18.96)	28.47 (18.00 a 38.93)	0.001

Extracción de Gul et al.⁴³ Exp = grupo experimental, Con = grupo control, VAS = Visual Analogue Scale, WOMAC = Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index.

^a Mayores puntuaciones indican mayor severidad.

ejercicio terapéutico convencional (15 participantes en el grupo experimental frente a 15 participantes en el grupo control)⁴³. En ambos grupos de intervención se llevó a cabo la aplicación de termoterapia, ejercicios de fortalecimiento y de flexibilidad en combinación con la intervención principal durante 20 minutos.

Los cuatro estudios restantes compararon la intervención de estiramiento mediante FNP frente a la terapia de estiramiento estático (156 participantes)^{42,44-46}. La intervención mediante estiramiento FNP comprendió la ejecución de la técnica específica sostén-relajación sobre la musculatura extensora de rodilla en cuatro estudios^{42,44-46}, mientras que en un estudio se reportó además el desarrollo de la técnica específica contracción-relajación⁴². En un estudio no se describieron las técnicas de estiramiento FNP llevadas a cabo⁴³. Las técnicas FNP se desarrollaron en términos de repeticiones por sesión en un rango desde 3 hasta 10, con duración de 15 a 30 segundos por repetición, aplicando descansos entre repeticiones comprendidos en un rango desde 10 hasta 20 segundos.

La intervención en el grupo control consistió en el desarrollo de técnicas de estiramiento estático sobre la musculatura extensora de rodilla en cuatro estudios^{42,44-46}, ejecutándose de forma pasiva en un estudio⁴⁶ y de forma activa-asistida en dos estudios^{42,45}, mientras que en un estudio no se especificó este dato⁴⁴. Las técnicas de estiramiento estático se desarrollaron en términos de repeticiones por sesión en un rango desde 3 hasta 10, con duración de 30 segundos, aplicando descansos entre repeticiones desde 10 hasta 20 segundos.

Por otra parte, en tres estudios se llevó a cabo en ambos grupos de tratamiento la aplicación de intervenciones complementarias⁴⁴⁻⁴⁶, tales como termoterapia superficial húmeda⁴⁴, ultrasonidos de baja frecuencia en combinación con termoterapia superficial⁴⁵ y ejercicio terapéutico isométrico de cuádriceps en combinación con termoterapia de parafina⁴⁶. Se exponen más detalles en la Tabla 3.

Medidas de resultado

Todos los estudios evaluaron a los participantes al final del período de intervención⁴²⁻⁴⁶, y dos estudios en exclusiva lle-

varon a cabo una evaluación posterior durante el seguimiento, al mes⁴⁵ y al año posterior al fin del tratamiento⁴².

En relación con las medidas de resultado principales, la intensidad del dolor fue analizada por cuatro estudios^{42-44,46}, el rango de movimiento en flexión de rodilla se reportó en dos estudios^{42,45}, la capacidad funcional se describió en cuatro de los estudios incluidos^{42,43,45,46}, dos de ellos reportaron datos atendiendo al instrumento WOMAC^{43,45}, dos de ellos en relación al TUG^{45,46} y uno reportó datos referentes al Índice Lequesne⁴², mientras que la flexibilidad de isquiotibiales se describió en dos estudios^{44,46}. En cuanto a la fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético, como medida de resultado secundaria se reportó en un único estudio⁴².

Un estudio reportó la tasa de abandono (cuatro participantes en el grupo de estiramiento estático frente a dos participantes en el grupo de estiramiento FNP)⁴². En ambos grupos los participantes abandonaron el estudio fruto de la incapacidad para tolerar el dolor durante el estiramiento. La adherencia general de los participantes fue descrita como alta en todos los estudios, sin embargo, en ninguno de ellos se reportó con exactitud. Se exponen más detalles en la Tabla 3.

Estiramiento mediante FNP frente a ejercicio terapéutico convencional

Un estudio en exclusiva comparó las medidas de resultado del grupo experimental (n = 15) que llevó a cabo estiramiento mediante FNP, con un grupo control (n = 15) que ejecutó un programa de ejercicio terapéutico convencional⁴³. Los datos estuvieron disponibles para un total de 30 participantes. Tras 4 semanas de tratamiento, el grupo experimental de estiramiento mediante FNP obtuvo una reducción de la intensidad del dolor en el instrumento VAS desde una media de 7.27 hasta una media de 3.40 (diferencia media de 3.87), mientras que en el grupo control esta reducción se constató desde una media de 7.27 hasta una media de 3.53 (diferencia media de 3.74). Estas mejoras resultaron ser estadísticamente significativas en ambos grupos tras la finalización de la intervención. Atendiendo a la capacidad funcional en el instrumento WOMAC, el grupo experimental de estiramiento median-

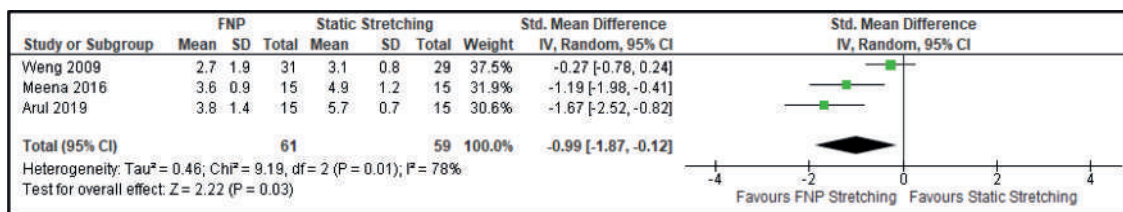


Figura 2. Diferencia media estandarizada (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en la intensidad del dolor tras la finalización de la intervención, previo al análisis de sensibilidad^{42,44,46}.

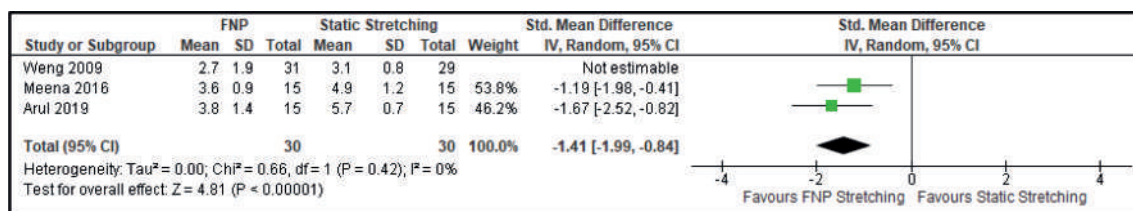


Figura 3. Diferencia media estandarizada (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en la intensidad del dolor tras la finalización de la intervención, posterior al análisis de sensibilidad^{44,46}.

te FNP experimentó una mejora desde una media de 64.33 hasta una media de 29.00 (diferencia media de 35.33), mientras que en el grupo control la mejora se detectó desde una media de 60.60 hasta una media de 28.47 (diferencia media de 32.13) tras la finalización del tratamiento, constatándose como estadísticamente significativas en ambos grupos (Tabla 4). Tras la finalización de la intervención, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en ninguna de las medidas de resultado. En este estudio no se llevaron a cabo evaluaciones de seguimiento post-tratamiento.

Estiramiento mediante FNP frente a estiramiento estático

Resultados post-intervención inmediatos

Los metaanálisis de los tres estudios que evaluaron las medidas de resultado referentes a la intensidad del dolor (VAS y NPRS) revelaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos a favor de la intervención mediante estiramiento FNP tras finalizar la intervención (126 participantes, diferencia media de -0.99, IC al 95% desde -1.87 a -0.12)^{42,44,46}. El efecto medio de los tres estudios que reportaron datos referentes al dolor exhibió una excesiva heterogeneidad (I² = 78%)^{42,44,46}. Por ello, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad, detectando una alta influencia por parte del estudio de Weng (2009, 66 participantes)⁴² en la estimación del efecto medio. El estudio se excluyó, resultando en una heterogeneidad nula (I² = 0%), constatándose diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor de la

terapia de estiramiento mediante FNP tras concluir el tratamiento (dos estudios, 60 participantes tras el análisis de sensibilidad; diferencia media de -1.41, IC al 95% desde -1.99 a -0.84)^{42,44}. Las figuras 2 y 3 muestran los forest plot referentes a la intensidad del dolor tras la finalización de la intervención, antes y después de llevar a cabo el análisis de sensibilidad, respectivamente.

En relación con el rango de movimiento en flexión de rodilla, el metaanálisis referente a los dos estudios que reportaron datos no detectó diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras la finalización de la intervención (dos estudios, 96 participantes, diferencia media de 3.41, IC al 95% desde -4.68 a 11.49)^{42,45}. Atendiendo a la homogeneidad, se detectó un valor de heterogeneidad media-alta (I² = 58%), dado el elevado tamaño del efecto del estudio de Weng et al.⁴² frente al del estudio de Abdallah et al.⁴⁵ Esta situación podría deberse a la desigualdad en variables moderadoras tales como la duración de la intervención, de 8 semanas en el estudio de Weng et al.⁴² frente a 5 semanas en el trabajo de Abdallah et al.⁴⁵ así como la edad media de los participantes de ambos estudios. La figura 4 muestra el forest plot referente al rango de movimiento en flexión de rodilla tras la finalización de la intervención.

En cuanto al metaanálisis referente a la capacidad funcional, tres estudios compararon la intervención de estiramiento mediante FNP frente a la terapia de estiramiento estático^{42,45,46}. En relación con el instrumento (TUG), tras llevar a cabo el metaanálisis no se constataron diferencias

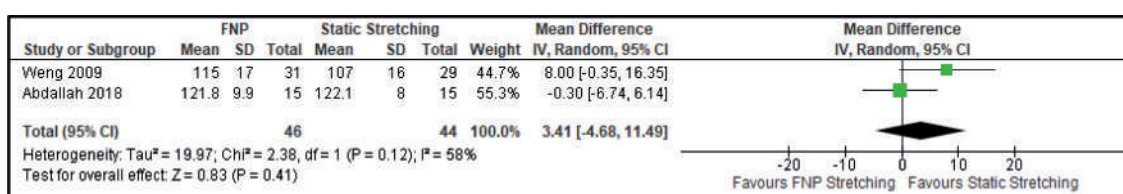


Figura 4. Diferencia media (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en el rango de movimiento en flexión de rodilla tras la finalización de la intervención^{42,45}.

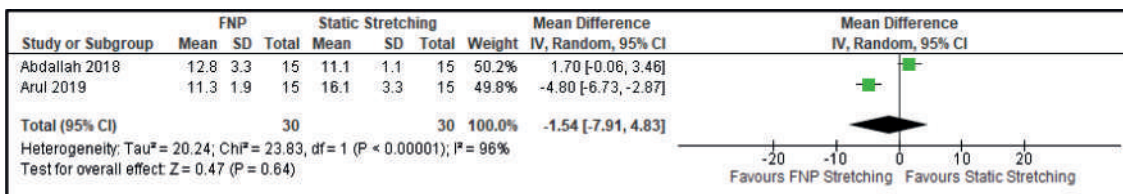


Figura 5. Diferencia media (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en la capacidad funcional tras la finalización de la intervención^{45,46}.

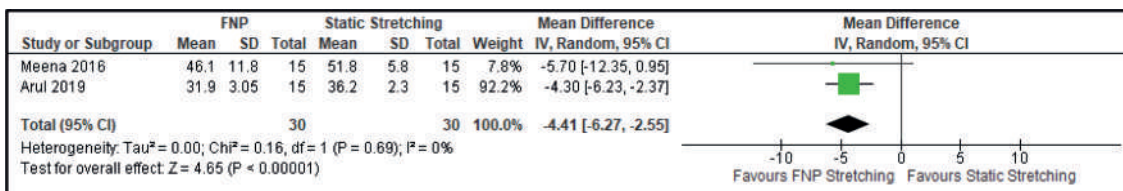


Figura 6. Diferencia media (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en la flexibilidad de isquiotibiales tras la finalización de la intervención^{44,46}.

estadísticamente significativas entre grupos tras finalizar la intervención (dos estudios, 60 participantes, diferencia media de -1.54, IC al 95% desde -7.91 a 4.83)^{45,46}. Atendiendo al estudio de homogeneidad, es destacable la presencia de una alta heterogeneidad en el efecto medio del estudio (I² = 96%), compatible con la evidente amplitud en el intervalo de confianza. Estos valores de heterogeneidad pueden estar influenciados por variables referentes al tipo de intervención complementaria, concretamente a su duración y frecuencia que resultó desigual en ambos estudios (5 semanas en el estudio de Abdallah et al.⁴⁵ frente a 1 semana en el estudio de Arul et al.⁴⁶), así como debido a la edad media de los participantes de ambos estudios^{45,46}. La figura 5 muestra el forest plot referente a la capacidad funcional cuantificada mediante el instrumento TUG tras finalizar la intervención.

Otro estudio comparó los efectos de la intervención mediante estiramiento FNP y la terapia mediante estiramiento estático empleando el instrumento WOMAC⁴⁵. Los resultados tras finalizar la intervención no detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (30 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencia media de 5.34 frente a terapia de estiramiento estático con diferencia media de 5.27)⁴⁵. En relación con la capacidad funcional cuantificada con el Índice Lequesne, un estudio comparando ambas intervenciones constató diferencias estadísticamente significativas entre grupos tras finalizar la intervención en favor del tratamiento con estiramiento FNP (66 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencia media de 3 frente a estiramiento estático con diferencia media de 2.1)⁴².

Haciendo referencia al metaanálisis referente a la flexibilidad de isquiotibiales (AKET), dos estudios compararon los efectos de la intervención de estiramiento FNP frente al estiramiento estático^{44,46}. Al finalizar la intervención, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en favor del estiramiento de FNP (dos estudios, 60 participantes, diferencia media de -4.41, IC al 95% desde -6.27 a -2.55). Se constató ausencia de heterogeneidad tras llevar a cabo el análisis de homogeneidad de los estudios en torno al efecto medio (I² = 0%)^{44,46}. La figura 6 muestra el

forest plot referente a la flexibilidad de isquiotibiales tras la intervención.

En cuanto a la variable secundaria de fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético a los 60° y a los 180° por segundo de velocidad, un estudio comparó los efectos del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático⁴². Tras llevar a cabo la intervención, en cuanto a los resultados a los 60° por segundo de velocidad, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en flexión ni en extensión, tanto en contracción concéntrica como excéntrica (66 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencias medias de 12.3, 28.8, 10 y 12.5, frente a terapia de estiramiento estático con diferencias medias de 10.2, 13.6, 8.5 y 10.8, relativas a extensión concéntrica y excéntrica, y flexión concéntrica y excéntrica, respectivamente). Atendiendo a los 180° por segundo de velocidad, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la flexión y extensión concéntrica y excéntrica en favor del estiramiento FNP (66 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencias medias de 14, 32.5, 16.9 y 15.2, frente a estiramiento estático con diferencias medias de 8.7, 24.4, 12.1 y 8.9 relativas a extensión concéntrica y excéntrica, y flexión concéntrica y excéntrica, respectivamente)⁴².

Resultados post-intervención en el seguimiento

Atendiendo a la medida de resultado relativa a la intensidad del dolor, un estudio comparó el tratamiento mediante estiramiento FNP frente al estiramiento estático⁴². Los resultados objetivaron un mantenimiento de las diferencias estadísticamente significativas detectadas tras la intervención en la evaluación a lo largo del seguimiento, en favor del estiramiento mediante FNP (66 participantes, intervención de estiramiento FNP con diferencia media de 2.9, frente a estiramiento estático con diferencia media de 1.8, ambas respecto a la evaluación inicial)⁴².

Haciendo referencia al rango de movimiento en flexión de rodilla, se llevó a cabo un metaanálisis de dos estudios, detectándose un mantenimiento en la ausencia de dife-

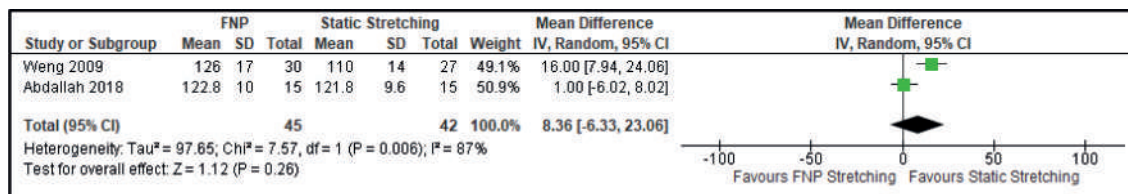


Figura 7. Diferencia media (95% IC) en el efecto del estiramiento mediante FNP frente al estiramiento estático en el rango de movimiento en flexión de rodilla en la evaluación a lo largo del seguimiento.

rencias estadísticamente significativas entre ambos grupos constatado tras la finalización de la intervención, en la evaluación a lo largo del seguimiento (dos estudios, 96 participantes, diferencia media de 8.36, IC al 95% desde -6.33 a 23.06)^{42,45}. Tras el análisis de homogeneidad, se detectó una heterogeneidad alta en relación al efecto medio de los estudios incluidos, (I² = 87%), en consonancia con los resultados obtenidos en el metaanálisis tras la finalización de la intervención^{42,45}. La figura 7 muestra el forest plot referente al rango de movimiento en flexión de rodilla en la evaluación a lo largo del seguimiento.

En relación con la capacidad funcional, se comparó la intervención de estiramiento FNP frente al estiramiento estático en dos estudios. Atendiendo al instrumento TUG, un estudio indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos a favor del estiramiento FNP en la evaluación a lo largo del seguimiento tras finalizar la intervención (30 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencia media de 2.32, frente a estiramiento estático con diferencia media de 0.93, ambas respecto a la evaluación inicial)⁴⁵. Haciendo referencia al instrumento WOMAC, el estudio de Abdallah et al.⁴⁵ también comparó ambas intervenciones, obteniendo resultados similares a los constatados tras la finalización de la intervención, sin diferencias estadísticamente significativas entre grupos en la evaluación a lo largo del seguimiento (30 participantes, intervención mediante estiramiento FNP con diferencia media de 5.89, frente a estiramiento estático, con diferencia media de 9.18, ambas respecto a la evaluación inicial)⁴⁵. Un estudio también evaluó la efectividad de ambas intervenciones en relación con el Índice Lequesne⁴², evidenciando un mantenimiento de las diferencias significativas constatadas tras finalizar el tratamiento, en favor del grupo de intervención mediante estiramiento FNP en la evaluación a lo largo del seguimiento (66 participantes, terapia de estiramiento FNP con diferencia media de 4.3, frente al estiramiento estático con diferencia media de 3.1, ambas respecto a la evaluación inicial)⁴².

En el caso de la fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético, los resultados a lo largo del seguimiento en el estudio de Weng et al.⁴² indicaron un mantenimiento en la ausencia de diferencias significativas entre grupos a lo largo del seguimiento en el caso de la fuerza muscular en extensión y flexión concéntrica y excéntrica, a los 60° por segundo de velocidad (66 participantes, intervención de estiramiento FNP con diferencias medias de 20.7, 40.8, 16.4 y 17.7, frente al estiramiento estático con diferencias medias de 16.4, 34.4, 10.9 y 14, relativas a extensión concéntrica y excéntrica, y flexión concéntrica y excéntrica, respectivamente, en relación con la evaluación inicial)⁴². Haciendo referencia a la fuerza muscular a los 180° por segundo de

velocidad, las diferencias significativas experimentadas al finalizar la intervención se mantuvieron durante la evaluación a lo largo del seguimiento, en favor del grupo de estiramiento FNP (66 participantes, estiramiento FNP con diferencias medias de 19.4, 42.3, 22.9 y 21.3, frente al estiramiento estático con diferencias medias de 11.1, 30.2, 17.6 y 13.7, relativas a extensión concéntrica y excéntrica, y flexión concéntrica y excéntrica, respectivamente, en relación con la evaluación inicial)⁴².

DISCUSIÓN

El primer objetivo de la presente revisión sistemática y metaanálisis fue la evaluación de los efectos del estiramiento mediante FNP en personas con artrosis de rodilla. Un único estudio comparó la eficacia del estiramiento FNP frente el ejercicio terapéutico convencional en las medidas de resultado de intensidad del dolor y capacidad funcional⁴³, evidenciándose cambios estadísticamente significativos en ambos grupos de intervención, sin exponer diferencias significativas entre los mismos en referencia a las dos variables, en consonancia con estudios previos⁴⁷.

Por otra parte, debido a la extendida utilización de las técnicas de estiramiento estático en la obtención de mejoras en diferentes patologías musculoesqueléticas⁴⁸⁻⁵⁰, se llevó a cabo el análisis de estudios en orden de la consecución de otro de los objetivos del proyecto: evaluación de los posibles beneficios del estiramiento FNP frente al estiramiento estático en personas con artrosis de rodilla. En cuanto a los resultados post-intervención inmediatos, se detectaron diferencias significativas en la intensidad del dolor en favor del estiramiento FNP frente al estiramiento estático, que podrían explicarse debido al empleo de la técnica sostén-relajación en los tres estudios incluidos en el metaanálisis de la misma medida de resultado^{42,44,46}. En este caso, la técnica específica ha demostrado incrementar la actividad motora frente al estiramiento estático, produciendo cambios en la función vascular y liberación de sustancias vasoactivas que propiciarían un aumento del lavado de sustancia P y reducción del dolor^{51,52}.

Atendiendo al rango de movimiento en flexión de rodilla, en los resultados post-intervención inmediatos se detectó cierta tendencia al incremento por parte de la terapia mediante estiramiento estático frente al estiramiento FNP, manteniéndose la misma en la evaluación a lo largo del seguimiento^{42,45}. Las técnicas mediante FNP actuarían en mayor medida sobre los agentes activos debido al mayor grado de activación muscular producido, mientras que el estiramiento estático perseguiría la elongación mantenida de las estructuras musculotendinosas y periarticulares

con aplicaciones más prolongadas en el tiempo, obteniendo un mayor incremento del rango articular^{53,54}.

Tras analizar los resultados de los estudios en los que se evaluó la capacidad funcional, en cuanto al Índice Lequesne se constataron diferencias estadísticamente significativas en favor del grupo de estiramiento FNP frente al tratamiento de estiramiento estático, tanto al finalizar la intervención como en la evaluación a lo largo del seguimiento⁴², mientras que en el caso del instrumento TUG, únicamente se observaron diferencias significativas entre grupos en favor de la terapia de estiramiento FNP en la evaluación a lo largo del seguimiento⁴⁵. En relación con el cuestionario WOMAC, se detectó ausencia de diferencias entre grupos de intervención, manteniéndose estos resultados en la evaluación durante el seguimiento⁴⁵. Así, estudios previos han expuesto las relaciones existentes entre el rango de movimiento articular y la discapacidad en patologías de rodilla⁵⁵, explicando las mejoras en los cuestionarios de capacidad funcional compuestos por otros factores relacionados como el dolor o la rigidez articular de rodilla⁵⁶.

En cuanto a la flexibilidad de isquiotibiales, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en favor del estiramiento FNP frente al estiramiento estático tras finalizar la intervención^{44,46}. Estos hallazgos, en consonancia con los expuestos en el rango de movimiento en flexión de rodilla, hacen referencia a los efectos del estiramiento en la elongación de las estructuras tisulares responsables de la limitación de movilidad articular. Sin embargo, como se describe en estudios previos, las técnicas FNP proveen una mayor inhibición del reflejo tendinoso de Golgi, traducándose en un aumento de la relajación y tolerancia al estiramiento⁵⁷.

La fuerza muscular relativa al pico de torque isocinético también experimentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos a favor del estiramiento FNP frente al estiramiento estático tras la finalización de la intervención, persistiendo a lo largo de la evaluación en el seguimiento, en exclusiva a los 180° por segundo de velocidad en la flexión y extensión concéntrica y excéntrica, sin constatare estas a los 60° por segundo de velocidad⁴². Las técnicas de facilitación neuromuscular, por el aumento de reclutamiento de unidades musculares, sumado al desarrollo de patrones de activación muscular sinérgicos, serían capaces de desencadenar un pico de torque de fuerza superior al generado por las técnicas de estiramiento estático.

A favor de la presente revisión, cabe resaltar el origen de evidencia, procedente en exclusiva de ensayos clínicos controlados aleatorizados, el registro de datos referentes a las técnicas FNP empleadas, tales como la duración y frecuencia de las intervenciones, así como la documentación del grado de severidad de artrosis de rodilla. En definitiva, los estudios incluidos indicaron cierta seguridad y viabilidad en cuanto al empleo de técnicas de estiramiento mediante FNP, describiéndose sólo 6 abandonos debidos a eventos adversos relacionados con el dolor relativo al estiramiento⁴², por lo que el grado de percepción del mismo debería tenerse en cuenta a la hora de llevar a cabo cualquier abordaje en personas con artrosis de rodilla.

A pesar de una estrategia de búsqueda extensa, la presente revisión refleja la necesidad de futuros estudios sobre es-

tiramiento FNP en personas con patología artrósica de rodilla, tras incluir en exclusiva 4 estudios en el análisis cuantitativo de la evidencia^{42,44-46}. Otras limitaciones de la revisión fueron: limitado número de participantes, cierta heterogeneidad en las técnicas de FNP y estiramiento estático, tanto en frecuencia y duración como en las características de aplicación, y la inclusión de personas con diferentes grados de severidad de artrosis de rodilla.

Los resultados evidencian diferencias significativas en ciertos estudios individuales, pero determinados aspectos como la variable fuerza muscular⁴² y los instrumentos WOMAC⁴⁵ e índice Lequesne⁴² sólo han sido investigados y evaluados tras el tratamiento por un único estudio. Estudios posteriores adecuadamente desarrollados, compuestos por medidas de resultado comunes en los mismos, serán cruciales para cuantificar los efectos de las diferentes técnicas de estiramiento FNP, permitiendo confeccionar futuros proyectos de revisión que arrojen un mayor grado de evidencia científica al respecto.

En conclusión, la presente revisión sistemática y metaanálisis exhibió mejoras significativas por parte del estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva en la intensidad del dolor, el rango de movimiento en flexión de rodilla, la capacidad funcional, la flexibilidad de isquiotibiales y la fuerza muscular en comparación con la ausencia de intervención, así como beneficios significativos frente a la terapia de estiramiento estático en la intensidad del dolor, la capacidad funcional, la flexibilidad de isquiotibiales y la fuerza muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ.* 2003;81(9):646-656.1.
2. Felson DT. The epidemiology of knee osteoarthritis: results from the Framingham Osteoarthritis Study. *Semin Arthritis Rheum.* 1990;20(3 Suppl 1):42-50. doi:10.1016/0049-0172(90)90046-i
3. Badley EM, Tennant A. Impact of disablement due to rheumatic disorders in a British population: estimates of severity and prevalence from the Calderdale Rheumatic Disablement Survey. *Ann Rheum Dis.* 1993;52(1):6-13. doi:10.1136/ard.52.1.6
4. Chopra A, Patil J, Billempelly V, Relwani J, Tandle HS, WHO-ILAR COPCORD Study. WHO International League of Associations from Rheumatology Community Oriented Program from Control of Rheumatic Diseases. Prevalence of rheumatic diseases in a rural population in western India: a WHO-ILAR COPCORD Study. *J Assoc Physicians India.* 2001;49:240-246.
5. Heidari B. Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. *Caspian J Intern Med.* 2011;2(2):205-212.
6. Zhang Y, Jordan JM. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin Geriatr Med.* 2010;26(3):355-369. doi:10.1016/j.cger.2010.03.001

7. Lawrence RC, Helmick CG, Arnett FC, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States. *Arthritis Rheum.* 1998;41(5):778-799. doi:10.1002/1529-0131(199805)41:5<778::AID-ART4>3.0.CO;2-V
8. Dagenais S, Garbedian S, Wai EK. Systematic Review of the Prevalence of Radiographic Primary Hip Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(3):623-637. doi:10.1007/s11999-008-0625-5
9. Kopec JA, Rahman MM, Berthelot J-M, et al. Descriptive epidemiology of osteoarthritis in British Columbia, Canada. *J Rheumatol.* 2007;34(2):386-393.
10. Khalaj N, Abu Osman NA, Mokhtar AH, Mehdikhani M, Wan Abas WAB. Effect of exercise and gait retraining on knee adduction moment in people with knee osteoarthritis. *Proc Inst Mech Eng H.* 2014;228(2):190-199. doi:10.1177/0954411914521155
11. Guccione AA, Felson DT, Anderson JJ, et al. The effects of specific medical conditions on the functional limitations of elders in the Framingham Study. *Am J Public Health.* 1994;84(3):351-358.
12. Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *J Orthop Res.* 2004;22(1):110-115. doi:10.1016/S0736-0266(03)00154-2
13. Kim J-H, Kim J-Y, Choi C-M, et al. The Dose-Related Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy for Knee Osteoarthritis. *Ann Rehabil Med.* 2015;39(4):616-623. doi:10.5535/arm.2015.39.4.616
14. Hinton R, Moody RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *Am Fam Physician.* 2002;65(5):841-848
15. Litwic A, Edwards MH, Dennison EM, Cooper C. Epidemiology and burden of osteoarthritis. *Br Med Bull.* 2013;105:185-199. doi:10.1093/bmb/lds038
16. Michael JW-P, Schlüter-Brust KU, Eysel P. The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee. *Dtsch Arztebl Int.* 2010;107(9):152-162. doi:10.3238/arztebl.2010.0152
17. Page CJ, Hinman RS, Bennell KL. Physiotherapy management of knee osteoarthritis. *Int J Rheum Dis.* 2011;14(2):145-151. doi:10.1111/j.1756-185X.2011.01612.x
18. Jan M-H, Lin J-J, Liao J-J, Lin Y-F, Lin D-H. Investigation of Clinical Effects of High- and Low-Resistance Training for Patients With Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Phys Ther.* 2008;88(4):427-436. doi:10.2522/ptj.20060300
19. Bennell KL, Hunt MA, Wrigley TV, Lim B-W, Hinman RS. Role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2008;34(3):731-754. doi:10.1016/j.rdc.2008.05.005
20. Chen L, Mao J, Fernandes S, et al. Integrating acupuncture with exercise-based physical therapy for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J Clin Rheumatol.* 2013;19(6):308-316. doi:10.1097/RHU.0b013e3182a21848
21. Kuntz AB, Chopp-Hurley JN, Brenneman EC, et al. Efficacy of a biomechanically-based yoga exercise program in knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *PLoS ONE.* 2018;13(4):e0195653. doi:10.1371/journal.pone.0195653
22. Nazari A, Moezy A, Nejati P, Mazaherinezhad A. Efficacy of high-intensity laser therapy in comparison with conventional physiotherapy and exercise therapy on pain and function of patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial with 12-week follow up. *Lasers Med Sci.* 2019;34(3):505-516. doi:10.1007/s10103-018-2624-4
23. Dor A, Kalichman L. A myofascial component of pain in knee osteoarthritis. *J Bodyw Mov Ther.* 2017;21(3):642-647. doi:10.1016/j.jbmt.2017.03.025
24. Adams T, Band-Entrup D, Kuhn S, et al. Physical therapy management of knee osteoarthritis in the middle-aged athlete. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2013;21(1):2-10. doi:10.1097/JSA.0b013e318272f530
25. Jamtvedt G, Dahm KT, Christie A, et al. Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: an overview of systematic reviews. *Phys Ther.* 2008;88(1):123-136. doi:10.2522/ptj.20070043
26. Reid DA, McNair PJ. Effects of an acute hamstring stretch in people with and without osteoarthritis of the knee. *Physiotherapy.* 2010;96(1):14-21. doi:10.1016/j.physio.2009.06.010
27. Opplert J, Babault N. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Med.* 2018;48(2):299-325. doi:10.1007/s40279-017-0797-9
28. Konrad A, Stafilidis S, Tilp M. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(10):1070-1080. doi:10.1111/sms.12725
29. Hernández RMC, Pérez MC. Manual teórico-práctico de métodos fisioterápicos de intervención en sistema nervioso: Facilitación neuromuscular propioceptiva. Ediciones de la Universidad de Murcia (Editum); 2015.
30. Sherrington CS. Reciprocal innervation of antagonistic muscles. Fourteenth note. - On double reciprocal innervation. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Containing Papers of a Biological Character.* 1909;81(548):249-268. doi:10.1098/rspb.1909.0022
31. Akbaş E, Güneri S, Tas S, Erdem EU, Yüksel İ. The Effects of Additional Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Over Conventional Therapy In Patients

- With Adhesive Capsulitis. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2015;26(2):78-85. doi:10.21653/tfrd.280068
32. Balcı NC, Yuruk ZO, Zeybek A, Gulsen M, Tekindal MA. Acute effect of scapular proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques and classic exercises in adhesive capsulitis: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(4):1219-1227. doi:10.1589/jpts.28.1219
33. Trampas A, Kitsios A, Sykaras E, Symeonidis S, Lazarou L. Clinical massage and modified Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching in males with latent myofascial trigger points. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(3):91-98. doi:10.1016/j.ptsp.2010.02.003
34. Tucker WS, Slone SW. The Acute Effects of Hold-Relax Proprioceptive Neuromuscular Facilitation With Vibration Therapy on Glenohumeral Internal-Rotation Deficit. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2016;25(3):248-254. doi:10.1123/jsr.2014-0329
35. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*. 2009;151(4):264-269. doi:10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135
36. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-721. doi:10.1093/ptj/83.8.713
37. Review Manager (RevMan). The Cochrane Collaboration; 2014.
38. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, et al. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. John Wiley & Sons; 2019.
39. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Res Synth Methods*. 2010;1(2):97-111. doi:10.1002/jrsm.12
40. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge; 2013.
41. Higgins JPT, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*. 2003;327(7414):557-560. doi:10.1136/bmj.327.7414.557
42. Weng M-C, Lee C-L, Chen C-H, et al. Effects of Different Stretching Techniques on the Outcomes of Isokinetic Exercise in Patients with Knee Osteoarthritis. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 2009;25(6):306-315. doi:10.1016/S1607-551X(09)70521-2
43. Gul S, Khan DA, Rahman MU. Effectiveness of proprioceptive neuromuscular facilitation versus conventional therapeutic exercises in knee osteoarthritis. 1. 2015;1(1):16-19.
44. Meena V, Shanthi C, Madhavi K. Effectiveness of pnf stretching versus static stretching on pain and hamstring flexibility following moist heat in individuals with knee osteoarthritis. Published online 2016. doi:10.15621/ijphy/2016/v3i5/117434
45. Abdallah EA, Fadl S, El-Khozamy H, Goda M. Effects of static stretching exercises versus proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques functional performance in patients with knee osteoarthritis. 2018;15:5.
46. S AP, Vc MK, N S. A comparative study on the effectiveness of PNF stretching versus static stretching on Pain and Hamstring flexibility in osteoarthritis knee patients. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2019;10(3):1789-1794. doi:10.26452/ijrps.v10i3.1312
47. Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, Ryder MG, Garber MB, Allison SC. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2000;132(3):173-181. doi:10.7326/0003-4819-132-3-200002010-00002
48. da Costa BR, Vieira ER. Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Rehabil Med*. 2008;40(5):321-328. doi: 10.2340/16501977-0204
49. Wanderley D, Lemos A, Moretti E, Barros MMB, Valença MM, de Oliveira DA. Efficacy of proprioceptive neuromuscular facilitation compared to other stretching modalities in range of motion gain in young healthy adults: A systematic review. *Physiother Theory Pract*. 2019;35(2):109-129. doi:10.1080/09593985.2018.1440677
50. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(1):1-11. doi:10.1139/apnm-2015-0235
51. Carter AM, Kinzey SJ, Chitwood LF, Cole JL. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Decreases Muscle Activity during the Stretch Reflex in Selected Posterior Thigh Muscles. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2000;9(4):269-278. doi:10.1123/jsr.9.4.269
52. Gribble PA, Guskiewicz KM, Prentice WE, Shields EW. Effects of Static and Hold-Relax Stretching on Hamstring Range of Motion Using the FlexAbility LE1000. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1999;8(3):195-208. doi:10.1123/jsr.8.3.195
53. Condon SM, Hutton RS. Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Phys Ther*. 1987;67(1):24-30. doi:10.1093/ptj/67.1.24
54. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1994;74(9):845-850; discussion 850-852. doi:10.1093/ptj/74.9.845

55. Steultjens MP, Dekker J, van Baar ME, Oostendorp RA, Bijlsma JW. Range of joint motion and disability in patients with osteoarthritis of the knee or hip. *Rheumatology (Oxford)*. 2000;39(9):955-961. doi:10.1093/rheumatology/39.9.955

56. Ghanbari A, Ebrahimian M, Mohamadi M, Najjar-Hasanpour A. Comparing Hold Relax - Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Static Stretching Tech-

niques in Management of Hamstring Tightness. *Indian Journal of Physiotherapy & Occupational Therapy-An International Journal*. 2013;7(1):126-130-130.

57. Rose S, Draper DO, Schulthies SS, Durrant E. The Stretching Window Part Two: Rate of Thermal Decay in Deep Muscle Following 1-MHz Ultrasound. *J Athl Train*. 1996;31(2):139-143.

+ Publicación Tesina
(Incluido en el precio)



Máster en dirección y gestión sanitaria



1500
HORAS
60
ECTS

+ Publicación Tesina
(Incluido en el precio)



Máster en atención de enfermería en las unidades de cuidados intensivos



1500
HORAS
60
ECTS