



## TESIS DOCTORAL

*Efectos de la punción seca de los puntos gatillo en el manejo de los síndromes dolorosos de la rodilla: revisión sistemática y metaanálisis*

**Autor**

***Youssef Rahou El Bachiri***

**Directores**

***Dr. Ricardo Ortega Santiago***  
***Dr. Gustavo Plaza Manzano***

**Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud**

**Escuela Internacional de Doctorado**

2024



***“Antes de curar a alguien, pregúntale si está dispuesto a renunciar a las cosas que lo enfermaron”***

Hipócrates (460-370 a. C)

## AGRADECIMIENTOS

Este logro no hubiera sido posible sin el apoyo y la ayuda de muchas personas.

En primer lugar, me gustaría expresar mi profunda gratitud a mis directores de tesis, el Dr. Ricardo Santiago Ortega y el Dr. Gustavo Plaza Manzano, por su orientación, paciencia, sabiduría y dedicación. Gracias por guiarme en la dirección correcta desde el día que nos conocimos, por brindarme vuestra experiencia y conocimiento, y por motivarme para superar los desafíos que se presentaron en el camino. Vuestro constante apoyo y aliento fueron esenciales para terminar este trabajo.

También quisiera agradecer al Dr. César Fernández de las Peñas por brindarme la oportunidad de trabajar en un entorno profesional estimulante y enriquecedor. También me gustaría agradecer todo su aporte profesional, académico e investigador en el ámbito de la fisioterapia, gracias al cual hoy estoy donde estoy.

Mi profundo agradecimiento a mis compañeros de trabajo y mis alumnos, quienes han sido una fuente constante de motivación y apoyo durante estos años. Gracias por compartir vuestras ideas y conocimientos, por las discusiones y debates que hemos tenido, por la disposición a colaborar, por vuestras críticas constructivas y por vuestra amistad. Han sido momentos de crecimiento y aprendizaje inolvidables.

Quiero expresar mi agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, por su inquebrantable apoyo, amor incondicional y por haberme inculcado el valor del trabajo y sacrificio. Gracias por vuestros ánimos, vuestra confianza y por ser mi fuente de inspiración en todo momento. A mi hermano, mis tíos y tías, mis primos y primas, mis abuelos y abuelas por vuestro cariño y por estar siempre presentes. Hoy soy quién soy, gracias a vosotros.

Agradezco también a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo, en especial a Marcos Navarro Santana, quién generosamente aportó su tiempo y conocimientos para ayudar a la investigación. Su colaboración fue fundamental para obtener los resultados presentados.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una forma u otra, hicieron posible este logro. A los amigos que estuvieron presentes en momentos de incertidumbre,

a los colegas que me brindaron su ayuda y apoyo, a las personas que me inspiraron en mi camino, a los profesionales que compartieron su conocimiento y experiencia, a todas las personas que me dieron una palabra de aliento en momentos difíciles.

Gracias a todos por ser parte de este camino, que ha sido una experiencia inolvidable.



## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- **AINE:** Antiinflamatorios No Esteroides.
- **AMI:** Inhibición Muscular Artrogénicas ((del inglés; *Arthrogenic Muscle Inhibition*)).
- **APTA:** Asociación Americana de Fisioterapia (del inglés; *American Physical Therapy Association*).
- **DM:** Diferencia de Medias.
- **DME:** Diferencias de Medias Estandarizadas.
- **ECA:** Ensayo Clínico Aleatorizado.
- **EMG:** Electromiografía.
- **EULAR:** Alianza Europea de Asociaciones de Reumatología (del inglés; *European Alliance of Associations for Rheumatology*).
- **GRADE:** Grado de recomendación, valoración, desarrollo y evaluación (del inglés; *Grade of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation*)
- **IASP:** Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (del inglés; *International Association for Study of Pain*).
- **IC:** Intervalo de Confianza.
- **IL-1 $\beta$ :** Interleucina 1 $\beta$
- **IL-6 :** Interleucina 6
- **IL-8 :** Interleucina 8
- **IMC:** Índice de Masa Corporal.
- **MA:** Metaanálisis.
- **OSF:** Open Science Framework
- **PEDro:** Base de Datos de Evidencia de Fisioterapia (del inglés; *Physiotherapy Evidence Database*).
- **PGM:** Punto Gatillo Miofascial.
- **PICO:** Población, Intervención, Comparación y Resultados (del inglés; *Population, Intervention, Comparison, and Outcomes*).
- **PRISMA:** Elementos de Informes Preferidos para los Protocolos de Revisión Sistemática y Metaanálisis (del inglés; *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

- **REL:** Respuesta de Espasmo Local.
- **RoB:** Riesgo de Sesgo (del inglés; *Risk of Bias*).
- **RS:** Revisiones Sistemáticas.
- **SDFP:** Síndrome de Dolor Femoropatelar.
- **SDM:** Síndrome de Dolor Miofascial.
- **TNF- $\alpha$ :** Factor de Necrosis Tumoral alfa (del inglés: *Tumoral Necrosis Factor alfa*).



# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	19
1.1	Anatomía de la rodilla.....	19
1.2	Biomecánica de la rodilla.....	23
1.2.1	Osteocinemática de la rodilla .....	24
1.2.2	Artrocinemática de la rodilla .....	26
1.3	Dolor de rodilla .....	28
1.3.1	Epidemiología.....	28
1.3.2	Impacto socioeconómico .....	28
1.3.3	Clasificación del dolor de rodilla.....	29
1.4	Síndrome del dolor miofascial.....	42
1.4.1	Definición .....	42
1.4.2	Prevalencia del Síndrome de Dolor Miofascial en los síndromes dolorosos de rodilla.....	43
1.4.3	Fisiopatología .....	47
1.4.4	Clasificación de los Puntos Gatillo Miofasciales: Activos y Latentes .....	52
1.4.5	Diagnóstico.....	56
1.4.6	Punción seca de los Puntos Gatillo.....	57
1.5	Revisión sistemática y metaanálisis.....	69
1.5.1	Concepto y definición.....	70
1.5.2	Etapas de una Revisión Sistemática .....	71
2	JUSTIFICACIÓN.....	77
3	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	81
3.1	Hipótesis .....	81
3.2	Objetivos.....	81
4	METODOLOGÍA.....	85
4.1	Guía PRISMA.....	85
4.2	Búsqueda sistemática de la literatura.....	90
4.3	Criterios de selección.....	94
4.4	Cribado, proceso de selección y extracción de datos.....	95
4.5	Evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgo .....	95
4.6	Nivel de evidencia (Análisis cualitativo).....	97
4.7	Síntesis y análisis de datos (Análisis cuantitativo).....	98

5	RESULTADOS .....	103
5.1	Características de los estudios .....	105
5.2	Calidad metodológica .....	110
5.3	Riesgo de sesgo.....	112
5.4	Efectos de la punción seca en la intensidad del dolor de rodilla .....	113
5.5	Efectos de la punción seca en la discapacidad asociada .....	124
5.6	Calidad de la evidencia (GRADE).....	128
5.7	Efectos adversos .....	131
6	DISCUSIÓN.....	135
6.1	Eficacia de la punción seca de los puntos gatillo en el dolor de rodilla .....	135
6.1.1	Síndrome de dolor femoropatelar .....	136
6.1.2	Artrosis de rodilla y dolor posquirúrgico .....	139
6.2	Seguridad de la punción seca.....	142
6.3	Fortalezas y limitaciones del metaanálisis.....	147
6.4	Implicaciones clínicas e investigadoras .....	149
7	CONCLUSIONES.....	155
8	BIBLIOGRAFÍA .....	159

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Lista de comprobación de los ítems a incluir cuando se publica una revisión sistemática o un metaanálisis.....	86
Tabla 2.	Estrategia de búsqueda.....	91
Tabla 3.	Características de la muestra de los estudios incluidos.....	106
Tabla 4.	Características de las intervenciones de punción seca .....	107
Tabla 5.	Puntuación con la escala PEDro.....	110
Tabla 6.	Efectos de la punción seca en el dolor y la discapacidad asociada de los estudios incluidos .....	118
Tabla 7.	Evaluación GRADE .....	129
Tabla 8.	Eventos adversos .....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Articulación de la rodilla (plano sagital).....	19
Figura 2. Articulación de la rodilla (plano frontal) y meniscos.....	21
Figura 3. Movimiento de extensión de la rodilla.....	27
Figura 4. Estado no patológico de una rodilla .....	33
Figura 5. Fisiopatología de la artrosis .....	33
Figura 6. Clasificación de la artrosis de Kellgran-Lawgrence .....	36
Figura 7. Patrón de dolor de los Puntos Gatillo Miofasciales .....	46
Figura 8. Actividad electromiográfica de un Punto Gatillo Miofascial .....	49
Figura 9. Flujo de información a través de las diferentes fases de una RS. ....	89
Figura 10. Diagrama de flujo.....	104
Figura 11. Riesgo de sesgo de los ensayos clínicos incluidos en el metaanálisis. ....	112
Figura 12. Gráfico de embudo de las diferencias medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca frente a la punción seca falsa, el placebo, la lista de espera u otras formas de punción seca o de terapia manual u otras intervenciones de fisioterapia sobre la intensidad del dolor. ....	113
Figura 13A. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a corto plazo. ....	114
Figura 13B. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a medio plazo. ....	115
Figura 13C. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a largo plazo. ....	116
Figura 14. Gráfico de embudo de las diferencias medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca frente a la punción seca falsa, el placebo, la lista de espera u otras formas de punción seca o de terapia manual u otras intervenciones de fisioterapia sobre la discapacidad asociada al dolor. ....	124
Figura 15A. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a corto plazo.....	125

Figura 15B. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a medio plazo. ....	126
Figura 15C. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca a largo plazo. ....	127



## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la punción seca de los puntos gatillo aislada o como complemento de otras intervenciones sobre el dolor y la discapacidad asociada en pacientes con dolor de rodilla.

**Métodos:** Se realizaron búsquedas en bases de datos electrónicas de ensayos controlados aleatorios en los que al menos un grupo recibió un tratamiento de punción seca para el dolor de rodilla. Los estudios tenían que incluir sujetos humanos y recopilar resultados sobre el dolor y la discapacidad asociada en el dolor musculoesquelético de rodilla. Los datos fueron extraídos por dos revisores. El riesgo de sesgo se evaluó mediante las Guías Cochrane, la calidad metodológica se evaluó con la puntuación de la base de datos de evidencia de Fisioterapia (PEDro) y la calidad de la evidencia mediante el enfoque GRADE. Se calcularon las diferencias de medias estandarizadas (DME).

**Resultados:** Se incluyeron diez estudios (seis de dolor femoropatelar, dos de artrosis de rodilla, dos de dolor de rodilla posquirúrgico). El metaanálisis encontró un efecto moderado del tamaño de la muestra de la punción seca para reducir el dolor (DME -0,53, IC del 95 %: -0,87 a -0,19) y mejorar la discapacidad asociada (DME -0,58, IC del 95 %: -1,08 a -0,09) a corto plazo en comparación al grupo control. El efecto principal se observó para el dolor femoropatelar (DME -0,64; IC del 95%: -1,17 a -0,11). No se observaron efectos significativos en los seguimientos a medio o largo plazo. En general, el riesgo de sesgo fue bajo, pero la heterogeneidad y la imprecisión de los resultados redujeron el nivel de evidencia.

**Conclusión:** Existe evidencia de baja a moderada que sugiere un efecto positivo de la punción seca de puntos gatillo sobre el dolor y la discapacidad asociada en el dolor femoropatelar, pero no en la osteoartritis de rodilla o el dolor posquirúrgico de rodilla, a corto plazo. Se necesitan más ensayos de alta calidad que investiguen los efectos a largo plazo.

## ABSTRACT

**Background:** To evaluate the effect of trigger point dry needling alone or as an adjunct with other interventions on pain and related disability in people with knee pain.

**Methods:** Several electronic databases were searched for randomized controlled trials where at least one group received dry needling for knee pain. Studies had to include human subjects and collect outcomes on pain and pain-related disability in musculoskeletal knee pain. Data were extracted by two reviewers. The risk of bias was assessed by the Cochrane Guidelines, methodological quality was assessed with the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) score, and the quality of evidence by using the GRADE approach. Standardized mean differences (SMD) were calculated.

**Results:** Ten studies (six patellofemoral pain, two knee osteoarthritis, two post-surgery knee pain) were included. The meta-analysis found moderate effect sizes of dry needling for reducing pain (SMD -0.53, 95% CI -0.87 to -0.19) and improving related disability (SMD -0.58, 95% CI -1.08 to -0.09) as compared to a comparison group at short-term. The main effect was observed for patellofemoral pain (SMD -0.64, 95% CI -1.17 to -0.11). No significant effects were observed at mid- or long-term follow-ups. The risk of bias was generally low, but the heterogeneity and the imprecision of the results downgraded the level of evidence.

**Conclusion:** Low to moderate evidence suggests a positive effect of trigger point dry needling on pain and related disability in patellofemoral pain, but not knee osteoarthritis or post-surgery knee pain, at short-term. More high-quality trials investigating long-term effects are clearly needed.





# I. INTRODUCCIÓN



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Anatomía de la rodilla

La rodilla es la articulación sinovial más grande y compleja del cuerpo humano. Está formada por dos complejos anatómicos distintos pero íntimamente relacionados ya que comparten la misma cápsula articular: la articulación tibiofemoral y la femoropatelar (Figura 1 y 2).

Las superficies condíleas del fémur adoptan una estructura espiral, con un diámetro que se reduce anterior y posteriormente. Específicamente, el cóndilo interno destaca por ser más estrecho y alargado que el externo. Estas características estructurales permiten la adecuada sinergia articular con las cavidades glenoideas de la tibia. Dentro de estas cavidades, la interna es más cóncava, más extensa y menos ancha que la externa.

La rótula tiene una forma triangular y su superficie posterior está formada por dos o tres caras articulares: una carilla interna de dimensiones reducidas, una carilla externa de mayor tamaño y, ocasionalmente, una tercera carilla en su margen interno, denominada "*odd facet*" (Flandry & Hommel, 2011; Moore et al., 2018; Shahabpour et al., 2005).

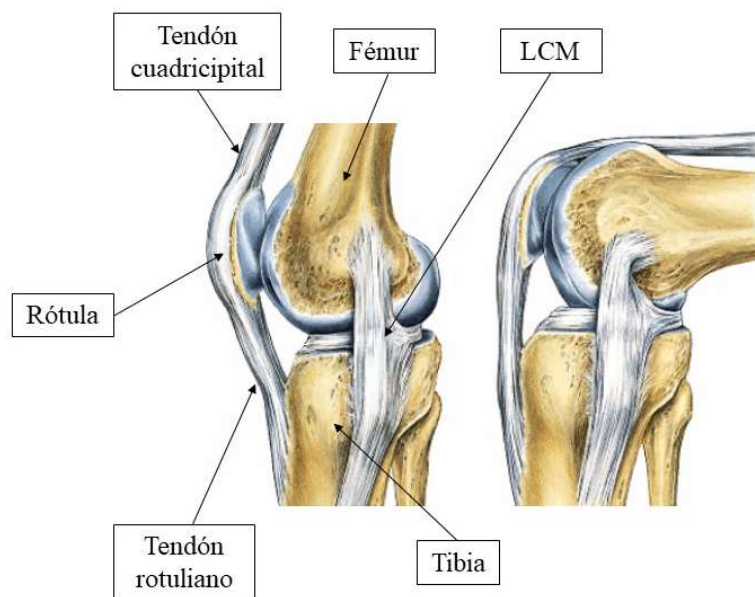


Figura 1. Articulación de la rodilla (plano sagital). LCM: Ligamento colateral medial (Sobotta, 2019).

### ***Cartílago articular***

Histológicamente el cartílago articular que reviste las superficies articulares que forman la rodilla es de tipo hialino. Este cartílago presenta un espesor que oscila entre 3-4 mm, y se encuentra directamente relacionado a la presión soportada por unidad de superficie. El cartílago hialino está especialmente hidratado, con un contenido acuoso aproximado del 75 % gracias a la abundante presencia de fibras de colágeno tipo II, ya que estas fibras presentan una concentración superior de hidroxilisina en comparación con las fibras tipo I, presentes en los meniscos, tendones y fascias. Específicamente, la superficie articular de la rótula está cubierta en sus tres cuartos superiores por cartílago hialino. Este revestimiento tiene un espesor aproximado de 5-6 mm, destacando como el cartílago más espeso en el cuerpo humano (Shahabpour et al., 2005; Vaienti et al., 2017).

### ***Meniscos***

Los meniscos articulares desempeñan una función crucial en la congruencia entre las cavidades glenoideas de la tibia y los cóndilos femorales. Se pueden identificar dos estructuras distintas: el menisco externo y el menisco interno, ambos difieren en su morfología y en sus puntos de anclaje a la tibia.

Morfológicamente, cada menisco tiene una forma de prisma triangular delimitada por unos cuernos anteriores, medios y posteriores que describen una figura semejante a la de una semiluna, con una superficie superior cóncava y una inferior aplanada, que se adaptan a las superficies del fémur y tibia. Adicionalmente, se evidencia un borde externo adherido a la cápsula articular y un borde interno caracterizado por ser cóncavo y afilado (Figura 2).

El menisco lateral exhibe una silueta similar a una semiluna cerrada, siendo más robusto y ancho, pero con un diámetro menor que el menisco medial. Por su parte, el menisco medial adopta una forma de semiluna más abierta. El cuerno anterior del menisco medial se inserta en el borde anterior del platillo tibial, situándose inmediatamente anterior al ligamento cruzado anterior, mientras que su cuerno posterior se sitúa anterior y medialmente respecto a la inserción del ligamento cruzado posterior. Cabe destacar que la superficie externa del menisco medial está firmemente unida a la cápsula articular, estando separado del ligamento colateral medial por una fina capa de tejido adiposo. De

manera similar, el menisco externo está separado del ligamento colateral lateral por una lámina adiposa donde se localiza el pedículo vascular articular inferoexterno. En la parte posterior, el menisco lateral se separa de la cápsula articular debido a la interposición del tendón del músculo poplíteo. En su aspecto anterior, ambos meniscos están interconectados por el ligamento transverso (Brindle et al., 2001; Flandry & Hommel, 2011; Shahabpour et al., 2005).

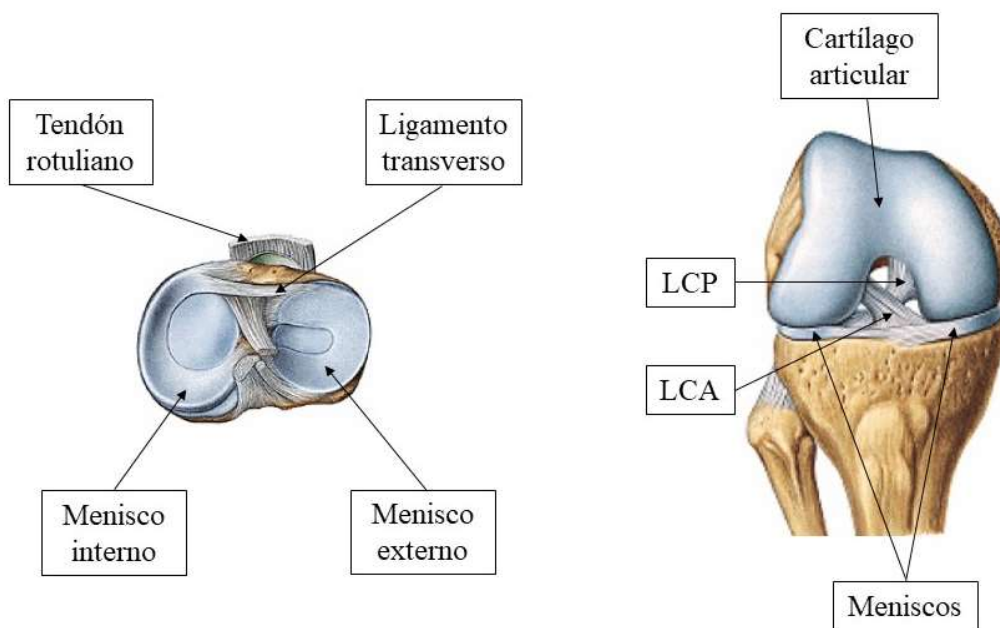


Figura 2. Articulación de la rodilla (plano frontal) y meniscos (Sobotta, 2019).

### ***Capsula articular, membrana sinovial y bursas sinoviales***

La articulación de la rodilla está rodeada por una envoltura compleja que comprende la cápsula articular, la membrana sinovial y diversas bursas. Estas estructuras permiten una amplia gama de movimientos y protegen la rodilla frente a lesiones y fricciones.

La cápsula articular es una capa fibrosa que envuelve la articulación y delimita la membrana sinovial de otras estructuras circundantes. A nivel proximal de la rótula no hay cápsula, sin embargo, se puede apreciar la presencia de la bursa o repliegue sinovial suprapatelar que se comunica con la cavidad articular. Por su cara anterior, la cápsula se ve reforzada por expansiones tendinosas de músculos como el recto anterior y los vastos interno y externo del cuádriceps. Estas fibras continúan hacia abajo para finalmente

anclarse en la tuberosidad anterior de la tibia a través del tendón rotuliano. En su cara posterior, la cápsula articular se extiende desde la superficie femoral por encima de los cóndilos femorales y la línea intercondílea hasta la superficie posterior de la tibia. Este complejo está reforzado por estructuras adicionales como el ligamento poplíteo oblicuo, el ligamento poplíteo arqueado y los tendones de los isquiotibiales (Drake et al., 2005; Moore et al., 2018; Shahabpour et al., 2005).

La membrana sinovial reviste y define la cavidad articular de la rodilla. En su región central, situada entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales, se pueden observar tres prominencias o repliegues sinoviales: el receso suprapatelar, que se sitúa verticalmente sobre la rótula, entre el tendón cuadriceps y la superficie anterior del fémur; los recesos femorales posteriores se encuentran detrás de los cóndilos femorales, recubiertos por los músculos gastrocnemio interno y externo; y el receso infrapoplíteo, que se encuentra entre el menisco externo y el tendón del poplíteo, y que en un 10% de los casos comunica con la articulación tibioperonea.

Existen numerosas bursas sinoviales alrededor de la rodilla. Estas estructuras, rellenas de líquido sinovial, actúan como cojines que minimizan la fricción entre tendones, ligamentos y huesos. Por ejemplo, existen tres bursas serosas que interactúan con el tendón rotuliano, tales como la bursa pre-rotuliana, la bursa pre-tibial superficial y la bursa pre-tibial profunda. En cuanto a la bursa de los tendones de la pata de ganso, se localiza entre esos tendones y el ligamento colateral medial. Una estructura adicional, conocida como quiste de Baker o bursa poplíteo, se sitúa entre el gemelo interno y el semimembranoso y puede comunicarse con la cavidad articular y (Ruangchaijatuporn et al., 2017; Vicentini & Chang, 2022).

### ***Ligamentos***

La integridad y funcionalidad de la articulación de la rodilla son esenciales para el movimiento y la locomoción. Como se ha podido ver, una estructura fundamental para esta integridad es la cápsula articular, que se encuentra reforzada por diversos ligamentos que le confieren estabilidad y resistencia. En particular, destacan principalmente cuatro ligamentos que se asocian con esta cápsula: los ligamentos colaterales, medial y lateral, y los ligamentos cruzados anterior y posterior (Drake et al., 2005; Flandry & Hommel, 2011; Hassebrock et al., 2020). A continuación, se va a describir cada uno de ellos:

### *Ligamento Cruzado Anterior*

Con una orientación oblicua, el ligamento cruzado anterior se extiende desde el platillo tibial anterior hacia la cara interna del cóndilo externo. En su composición es habitual encontrar de dos a tres fascículos principales que siguen un recorrido rectilíneo.

### *Ligamento Cruzado Posterior*

Este ligamento se caracteriza por ser más robusto y extenso que el ligamento cruzado anterior. Presenta una trayectoria curvada en el plano sagital y una inclinación oblicua en el plano coronal. Sus puntos de inserción comprenden la parte posterosuperior de la fosa intercondílea y la cara interna del cóndilo medial.

### *Ligamento Colateral Lateral*

El ligamento colateral lateral se caracteriza por su independencia total de la cápsula articular y del menisco externo. Posee un grosor de aproximadamente 4-5 mm y sus puntos de inserción se localizan en el cóndilo femoral y en la cabeza del peroné, junto con el tendón del bíceps femoral, conformando así un tendón conjunto.

### *Ligamento Colateral Medial*

El ligamento colateral medial está compuesto por una porción superficial y una profunda. La porción superficial se extiende desde el tubérculo condíleo hasta la cara medial de la tibia, ubicada detrás de los tendones de la pata de ganso. Estas fibras se fusionan con la porción profunda, conectándose posteriormente con el menisco a través del ligamento posterior oblicuo. Por otro lado, la porción profunda, originada también en el tubérculo condíleo, se conecta con el platillo tibial y se compone de fibras provenientes del menisco medial y de las extensiones de los ligamentos menisco-femorales y menisco-tibiales, particularmente el ligamento coronal. Entre estas dos porciones, encontramos la bursa del ligamento, una estructura que reduce la fricción entre las dos porciones.

## **1.2 Biomecánica de la rodilla**

La rodilla desempeña su función de forma coordinada con la cadera y el pie, con el objetivo de soportar el peso corporal, garantizar la estabilidad de la extremidad inferior y proporcionar la movilidad necesaria para la locomoción. Para llevar a cabo esas



funciones la rodilla debe combinar una gran estabilidad, especialmente en posiciones de extensión, junto con una movilidad óptima para la adecuada orientación del pie.

La articulación tibiofemoral es de tipo troclear y manifiesta dos grados de libertad de movimiento: en el plano sagital se encuentran la flexión y la extensión, mientras que en el plano transversal se distinguen la rotación interna y externa. Estos movimientos pueden originarse ya sea desde la tibia respecto al fémur o viceversa (Dufour et al., 2017; Neumann, 2017).

Entender la biomecánica de la rodilla es esencial para el manejo de problemas ortopédicos y musculoesqueléticos de la práctica clínica.

### **1.2.1 Osteocinemática de la rodilla**

La osteocinemática se refiere al estudio del movimiento angular de las articulaciones, que corresponde al desplazamiento de los segmentos óseos que tiene lugar durante la actividad muscular. La articulación tibiofemoral, realiza principalmente los movimientos de flexión y extensión. En condiciones normales, la rodilla puede flexionarse entre 130 y 140 grados y puede extenderse más allá de la posición neutral (0°), alcanzando una hiperextensión de 5 a 10 grados. Lógicamente, el rango de movimiento puede variar debido a distintos factores como la edad y el género (Dufour et al., 2017; Neumann, 2017). Estos movimientos se producen en torno a un eje horizontal de rotación que atraviesa ambos cóndilos femorales. Debido a la morfología de los cóndilos femorales, este eje de rotación no permanece estático sino que se desplaza con respecto a los cóndilos femorales a medida que la rodilla se mueve (Kadandji, 2010).

#### ***Extensión tibiofemoral***

La extensión de la rodilla es esencial en la biomecánica de la marcha ya que actúa como una fuerza motriz esencial en la propulsión y translación del cuerpo humano. Cuando se analiza con detalle el movimiento de extensión de la rodilla se puede apreciar que no existe un movimiento de extensión absoluto más allá de un ligero recurvatum de aproximadamente 5° presente en algunos casos sino que, más bien, se debe considerar como un movimiento de vuelta de la flexión, es decir, un alineamiento de la pierna con el eje del fémur (Dufour et al., 2017; Kapandji, 2010).

La biomecánica de la extensión de la rodilla puede variar según la naturaleza de la acción, ya que puede ser ejecutada por el desplazamiento de la tibia respecto al fémur o viceversa. En el primer escenario, la superficie articular de la tibia rueda y desliza anteriormente sobre los cóndilos femorales mientras que, en el segundo caso, los cóndilos femorales ruedan hacia delante y deslizan hacia atrás (Figura 3). En ambos casos, para llegar a al final de rango se requiere una rotación externa tibial de aproximadamente 10 grados, que se acopla durante los últimos 30 grados de extensión (Dufour et al., 2017; Kadandji, 2010).

El cuádriceps es el principal músculo de la extensión de rodilla y está formado por múltiples componentes musculares: el vasto medial, el vasto lateral, el crural y el recto anterior. Su potencia es tres veces más importante que sus antagonistas, los isquiotibiales, aunque pueda verse influenciada por la posición de la cadera debido a su naturaleza biarticular. El cuádriceps envuelve superficialmente la rótula y se inserta en la tuberosidad anterior de la tibia a través del tendón rotuliano (Dufour et al., 2017; Kadandji, 2010).

La rótula, además de servir como mecanismo anatómico de unión entre el cuádriceps y la tibia, juega un papel de suma importancia en la transmisión de fuerzas generadas por el cuádriceps, ya que contribuye sustancialmente al ángulo formado por el tendón cuadricipital y rotuliano (15°), que es fundamental para una eficacia funcional óptima del músculo cuádriceps (Dufour et al., 2017; Neumann, 2017).

Un análisis más global, permite observar que en los movimientos de extensión en cadena cinética cerrada entre 0 y 60° existe un efecto sinérgico al cuádriceps por parte de los músculos isquiotibiales y gastrocnemios, que con la ayuda del sóleo contribuyen al desplazamiento posterior de la rodilla, favoreciendo su extensión (Dufour et al., 2017).

Por lo tanto, los isquiotibiales, gastrocnemios y sóleo son fundamentales en la rehabilitación de ciertas patologías, en particular en entidades como el síndrome femoropatelar (Dufour et al., 2017; Powers et al., 2017).

### ***Flexión tibiofemoral***

La flexión de rodilla es el movimiento que acerca el talón a la nalga. Se realiza principalmente en el plano sagital, aunque debido a la asimetría de los cóndilos y platillos

tibiales, este movimiento adquiere una cierta complejidad, adaptándose al valgo y a la rotación medial acoplada de la tibia.

En la flexión, la tibia desliza circunferencialmente sobre el fémur, en cadena cinética abierta este movimiento lo realizan principalmente los isquiotibiales, y una vez el movimiento de flexión se ha iniciado, entran en juego otros músculos como los gastrocnemios, grácil, sartorio y tensor de la fascia lata (Dufour et al., 2017; Kadandji, 2010).

### ***Rotación tibiofemoral***

Los movimientos de rotación se producen en el plano transversal de la rodilla y se pueden realizar únicamente cuando la rodilla se encuentra en flexión, puesto que es la posición en la cual las estructuras pasivas de la rodilla se encuentran con menos tensión. La rotación medial se caracteriza por el desplazamiento medial de la tuberosidad de la tibia, mientras que la rotación externa presenta un movimiento hacia lateral.

La cuantificación de estas rotaciones se basa en referencias al eje sagital del pie. El rango total de movimiento varía entre 40-50°, con una distribución que sigue aproximadamente la relación de 2:1, en la cual la rotación externa es mayor que la interna. Los máximos grados de rotación se consiguen cuando la rodilla se encuentra en una posición de flexión de 60-90° (Dufour et al., 2017; Kadandji, 2010; Neumann, 2017).

En la rotación medial, intervienen múltiples músculos como los que forman la pata de ganso de la pata de ganso, el semimembranoso, el poplíteo y el vasto medial. En cambio, la rotación lateral es principalmente dirigida por el bíceps femoral, el TFL y, en menor medida, por fibras del vasto lateral del cuádriceps (Dufour et al., 2017).

## **1.2.2 Artrocinemática de la rodilla**

La artrocinemática de la rodilla corresponde a los movimientos que se producen entre las superficies articulares de la tibia y el fémur durante los movimientos angulares (osteocinemáticos).

Para entender esta mecánica en el movimiento de extensión hay que tener en cuenta cuál es la superficie móvil y cuál es la fija. Cuando la tibia se extiende respecto al

fémur, su superficie articular rueda y desliza anteriormente sobre los cóndilos femorales, mientras que, cuando el fémur se extiende respecto a la tibia, los cóndilos femorales ruedan hacia delante y deslizan hacia atrás (Figura 3).

Al mismo tiempo, la acción muscular del cuádriceps empuja hacia adelante los meniscos, facilitando el deslizamiento de la tibia. El cuádriceps, además de facilitar la extensión, tiene un papel fundamental en control de los movimientos de rodamiento de los cóndilos femorales durante la flexión y, al mismo tiempo, protege y estabiliza los meniscos contra cualquier posible cizallamiento posterior.

Para alcanzar una extensión completa y bloquear la rodilla en esta posición se requiere una rotación externa de aproximadamente 10°. Es importante destacar que esta rotación externa no se debe confundir con la rotación axial. A diferencia de la rotación axial, la rotación asociada con la extensión y flexión de la rodilla no puede realizarse de manera independiente o aislada.

Para desbloquear la extensión de la rodilla es esencial una rotación interna. El músculo poplíteo controla este proceso al poder rotar el fémur hacia el exterior para iniciar la flexión en cadena cinética cerrada o rotar la tibia internamente en cadena cinética abierta (Dufour et al., 2017; Kadandji, 2010; Neumann, 2017).

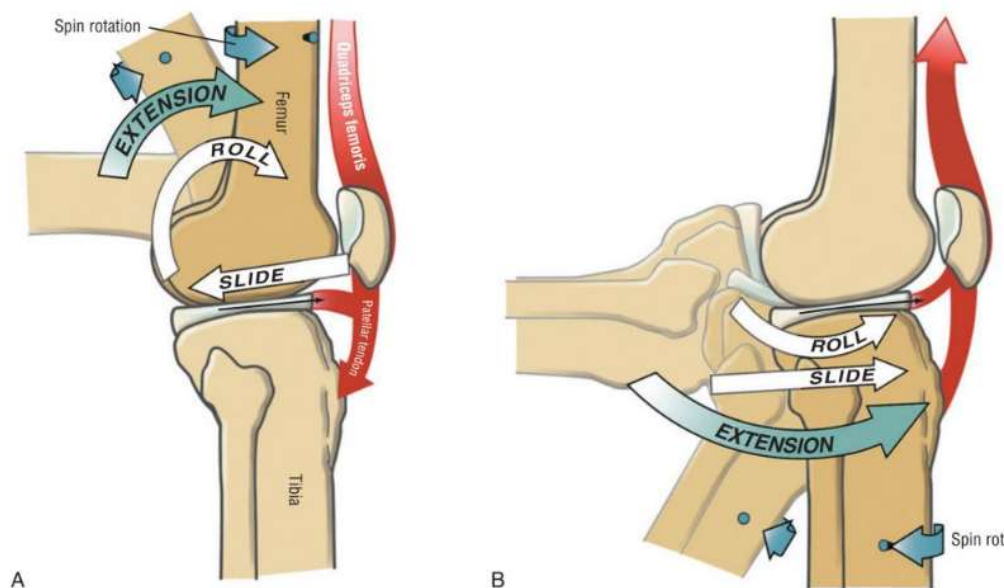


Figura 3. Movimiento de extensión de la rodilla: (A) fémur móvil y (B) tibia móvil (Neumann, 2017) .

## **1.3 Dolor de rodilla**

### **1.3.1 Epidemiología**

El dolor de rodilla es una afección musculoesquelética común en la población adulta, especialmente en personas mayores de 55 años, que puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes. Según la información disponible, alrededor del 25 % de la población adulta mayor de 55 años sufre de algún tipo de dolor de rodilla (Bindawas et al., 2015; Nguyen et al., 2011; Turkiewicz et al., 2014).

El dolor de rodilla crónico puede causar discapacidad y limitaciones en la función y movilidad de los pacientes, especialmente en la población anciana. Se ha demostrado que esta discapacidad puede llevar a una mayor dependencia en los pacientes (Farrokhi et al., 2016).

Además, en los últimos años se ha observado un aumento significativo de la prevalencia del dolor de rodilla. Se ha apreciado que entre los años 1983 y 2005, la prevalencia del dolor de rodilla aumentó del 15,7 % al 32,9 % en mujeres y del 8,7 % al 27 % en hombres (Nguyen et al., 2011). La prevalencia del dolor de rodilla tiene tendencia a ser más alta en la población deportista, con una tasa de prevalencia y recurrencia del 50 %, o incluso más en algunos casos. Una característica importante en los deportistas es que el dolor de rodilla suele aparecer a edades más tempranas que en el resto de la población (Drawer & Fuller, 2001; Fernandes et al., 2018; Hahn & Foldspang, 1998).

### **1.3.2 Impacto socioeconómico**

El impacto socioeconómico del dolor de rodilla no se limita a los costos directos de atención médica y pérdida de productividad sino que también puede tener un efecto significativo en la calidad de vida de los pacientes y su capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria. El dolor de rodilla puede limitar la capacidad de una persona para trabajar y participar en actividades sociales y recreativas, lo que puede acabar repercutiendo sobre su bienestar emocional y psicológico. Además, las personas con dolor de rodilla a menudo experimentan discapacidades funcionales, como dificultades para caminar o subir escaleras, lo que puede afectar su independencia y capacidad para cuidar de sí mismos (Farrokhi et al., 2016).

El dolor de rodilla representa un tercio de las afecciones musculoesqueléticas recibidas en las consultas de atención primaria, de forma que supone un impacto socioeconómico importante para los sistemas de salud. Los datos indican que esta afectación ha representado en el 2008 en los Estados Unidos un gasto aproximado de 40 billones de dólares (Neogi, 2013). Hay que tener en cuenta que, debido a la tendencia al alza del número de personas con dolor de rodilla, artrosis y de artroplastias de rodilla realizadas, es probable que en el futuro los recursos económicos invertidos en el dolor de rodilla sigan aumentando considerablemente (Nguyen et al., 2011).

Se estima que sólo entre uno y dos de cada tres sujetos con dolor de rodilla consultan los servicios de salud en busca de un diagnóstico y tratamiento (Blacketer et al., 2019; Turkiewicz et al., 2014). Esto se podría explicar por la tendencia a la automedicación de algunos sujetos, la falta de información o incluso porque la población anciana considera los dolores articulares como un síntoma normal asociado al envejecimiento y a la edad (Turkiewicz et al., 2014). Pese a que los principales motivos que empujan a los pacientes a buscar ayuda médica son el dolor y la discapacidad funcional, hay que tener en cuenta que la percepción personal de los sujetos con dolor de rodilla sobre las limitaciones funcionales que les ocasiona en su vida, tiene un peso importante a la hora de buscar un diagnóstico y tratamiento en los sistemas de salud (Farrokhi et al., 2016).

Por todo ello, es importante abordar el dolor de rodilla de manera proactiva y desarrollar estrategias de prevención y tratamiento efectivas para mitigar sus efectos negativos.

### **1.3.3 Clasificación del dolor de rodilla**

El dolor de rodilla es un síntoma musculoesquelético que puede tener múltiples causas y, por lo tanto, diferentes diagnósticos (Calmbach & Hutchens, 2003; Farrokhi et al., 2016; J. Wu et al., 2021). Esto representa un reto importante para todos los profesionales de la salud que tratan a pacientes con este cuadro clínico dado que es de gran importancia la realización de una valoración meticulosa para emitir, en medida de lo posible, un diagnóstico preciso. En el presente estudio el dolor de rodilla no traumático se ha clasificado teniendo en cuenta los síndromes dolorosos más comunes de la rodilla,

que principalmente son: el síndrome de dolor femoropatelar (SDFP), la artrosis de rodilla y el dolor posquirúrgico de rodilla.

### **1.3.3.1 Artrosis de rodilla**

La artrosis de rodilla es uno de los problemas de salud más comunes en la población general, con una prevalencia en España del 13,83 % (Blanco et al., 2021). Los estudios indican que la incidencia de la artrosis va en aumento, probablemente debido al incremento de la longevidad, el sedentarismo y la obesidad (Mayoral Rojals, 2021). La artrosis sintomática se caracteriza por degeneración articular, dolor persistente, discapacidad y pérdida de función (Coaccioli et al., 2022).

La organización médica American College of Reumatology define la artrosis como *“un grupo heterogéneo de condiciones que conducen a síntomas y signos articulares asociados con la integridad defectuosa del cartílago articular, y también con las modificaciones en el hueso subcondral y los márgenes de la articulación”* (Kraus et al., 2015). Como podemos ver, pese a que durante varios años la artrosis fue considerada una enfermedad degenerativa asociada exclusivamente al cartílago articular, actualmente se sabe con certeza que la artrosis es una patología que, además del cartílago, afecta diferentes tejidos de la articulación como los ligamentos, la cápsula, la membrana sinovial, el hueso subcondral y meniscos (Brandt et al., 2006; Hastalik et al., 2010; Loeser et al., 2012).

También se ha observado que existen alteraciones morfológicas de la musculatura periarticular, pérdida de fuerza muscular, modificaciones en el control motor y en la excitabilidad neural (Tayfur et al., 2021). La artrosis de rodilla, además de producir dolor, tiene consecuencias funcionales que llevan a la pérdida de movimiento, inestabilidad y discapacidad física, alterando la calidad de vida de los sujetos que la padecen.

#### **A) Factores de riesgo**

Como se mencionó previamente, la artrosis de rodilla es una enfermedad degenerativa que se caracteriza por la pérdida progresiva del cartílago articular, lo que puede provocar dolor, rigidez y limitación de movimiento. Los factores de riesgo que

pueden llevar a la aparición de la artrosis de rodilla pueden ser de dos tipos: no modificables y modificables.

### ***Factores de riesgo no modificables***

Entre los factores de riesgo no modificables, la edad es el más importante, ya que la artrosis de rodilla es más común en personas mayores de 50 años. Además, el sexo también puede ser un factor de riesgo, puesto que las mujeres tienen una mayor prevalencia de artrosis de rodilla que los hombres (Mayoral Rojals, 2021). Se cree que esto se debe a las diferencias hormonales así como a la anatomía y biomecánica de la rodilla femenina.

También se ha encontrado una mayor prevalencia de artrosis de rodilla en ciertas poblaciones, lo que sugiere que la raza y la etnia pueden influir en el riesgo de desarrollar la enfermedad. Un reciente metaanálisis encontró que los afroamericanos y los hispanos tienen una mayor prevalencia de artrosis de rodilla en comparación con los caucásicos (Vaughn et al., 2019). Además, se ha sugerido que ciertas variantes genéticas pueden aumentar el riesgo de artrosis de rodilla (Spector & MacGregor, 2004).

### ***Factores de riesgo modificables***

En cuanto a los factores de riesgo modificables, el sobrepeso y la obesidad son los más importantes. La obesidad ejerce una presión adicional sobre las articulaciones de la rodilla, lo que puede provocar su desgaste y aumentar el riesgo de artrosis. Es por ello que las personas con un índice de masa corporal (IMC) significativo tienen un riesgo más elevado de desarrollar artrosis de rodilla en comparación con las personas con un IMC normal (Mayoral Rojals, 2021).

Otro factor de riesgo modificable es el sedentarismo. Las personas que llevan un estilo de vida sedentario tienen un mayor riesgo de desarrollar artrosis de rodilla en comparación con las personas que realizan actividad física regularmente. Sin embargo, el ejercicio excesivo o mal adaptado también puede ser un factor de riesgo (Georgiev & Angelov, 2019). Un estudio realizado en España encontró que los deportes de alta intensidad y los trabajos que implican una carga excesiva sobre las articulaciones de la rodilla pueden aumentar el riesgo de artrosis (Mayoral Rojals, 2021).



La presencia de lesiones articulares también puede aumentar el riesgo de artrosis de rodilla. Las lesiones en los ligamentos y meniscos pueden provocar, con el tiempo, un desgaste prematuro del cartílago articular que, por tanto, puede aumentar el riesgo de artrosis. Además, ciertas enfermedades como el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2 se han asociado con un mayor riesgo de artrosis de rodilla. La inflamación crónica también puede contribuir al desgaste del cartílago articular y aumentar el riesgo de artrosis (Mayoral Rojals, 2021; Nielsen et al., 2017).

Es importante recalcar que los factores citados anteriormente no permiten, de manera individual, explicar ni predecir el riesgo de padecer artrosis, pero su prevención podría disminuir la progresión de la misma (Coaccioli et al., 2022; Matsumoto et al., 2015).

## **B) Fisiopatología**

En la artrosis se produce una alteración de la matriz extracelular del cartílago, que está compuesta principalmente por colágeno tipo II y proteoglicanos. La alteración de la matriz puede ser consecuencia de una sobrecarga mecánica o de la presencia de enzimas proteolíticas que actúan sobre la misma, como las metaloproteinasas de la matriz y las agreganasas. Las metaloproteinasas de la matriz son un grupo de enzimas que degradan los componentes de la matriz extracelular como el colágeno, los proteoglicanos y la elastina. En la artrosis se ha demostrado que la actividad de metaloproteinasas de la matriz está aumentada en el cartílago articular. Por otro lado, las agreganasas son enzimas que degradan las moléculas de proteoglicanos, lo que puede alterar la estructura y la función del cartílago. Además, la inflamación crónica que se produce en la artrosis también está mediada por la liberación de citocinas inflamatorias como la interleucina-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) y la interleucina-6 (IL-6). Estas citocinas actúan directamente sobre el cartílago y sobre otros tejidos articulares, como la membrana sinovial y el hueso subcondral, y contribuyen a la degradación de la matriz extracelular (Coaccioli et al., 2022; Jang et al., 2021; Primorac et al., 2020).

Además de los cambios en el cartílago articular, en la artrosis también se produce una remodelación ósea anormal. El hueso subcondral, que se encuentra justo debajo del cartílago articular, también experimenta cambios estructurales y bioquímicos. En la fase inicial de la enfermedad se produce una disminución de la densidad ósea, que se conoce

como osteopenia subcondral. Posteriormente se produce un engrosamiento del hueso subcondral y la formación de osteofitos (crecimientos óseos anormales), quistes óseos y esclerosis (aumento de la densidad ósea). La esclerosis se debe a la formación de tejido óseo anormal en el hueso subcondral y puede estar relacionada con la compresión mecánica y la hipoxia.

Otro factor importante en la fisiopatología de la artrosis es la presencia de inflamación sinovial crónica. La sinovitis se define como la inflamación de la membrana sinovial que recubre la superficie interna de la cápsula articular y produce el líquido sinovial y en ella se produce una infiltración de células inflamatorias y un aumento en la producción de citocinas y enzimas catalíticas. La sinovitis se ha relacionado con la aparición de dolor y rigidez en la artrosis (Coaccioli et al., 2022; Jang et al., 2021; Primorac et al., 2020).

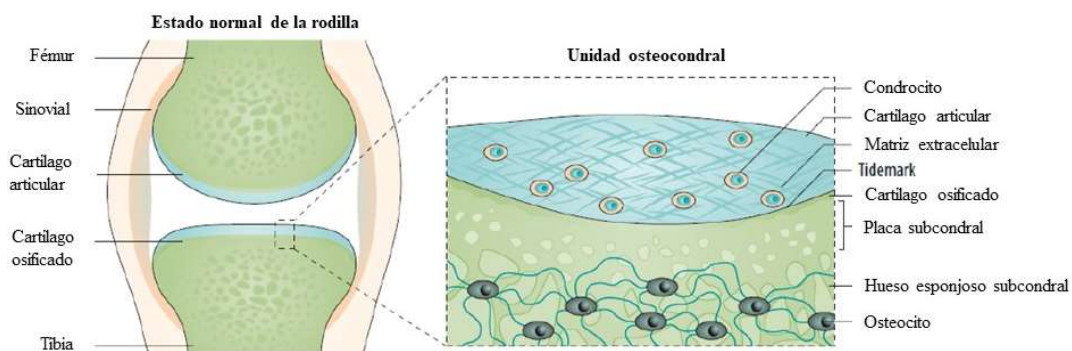


Figura 4. Estado no patológico de una rodilla (Coaccioli et al., 2022).

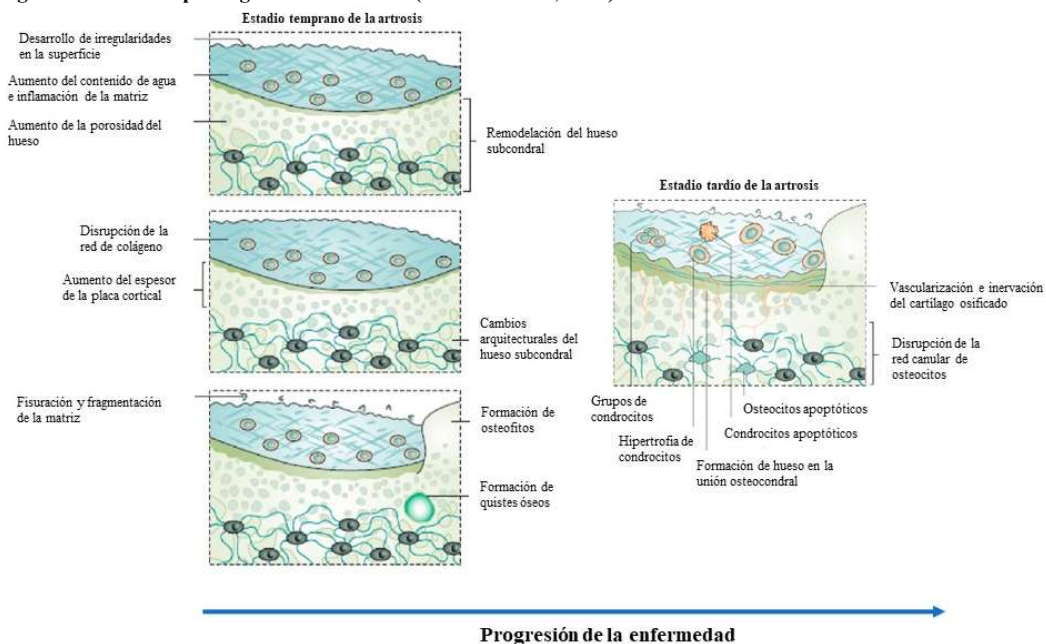


Figura 5. Fisiopatología de la artrosis (Coaccioli et al., 2022).

En las figuras 4 y 5 se puede apreciar el estado de una rodilla sana y el proceso fisiopatológico que se produce durante la artrosis.

### **C) Diagnóstico**

La primera etapa del diagnóstico de la artrosis de rodilla es la diferenciación de otras artropatías de rodilla inflamatorias o infecciosas. Se ha podido demostrar que existe una asociación positiva entre la presencia de crepitaciones y la artrosis. El grado de degeneración y la severidad de la artrosis se puede examinar mediante radiografías y clasificarlo según las escalas de Kellgren-Lawrance, Ahlback o Knee Osteoarthritis Grading System (Jang et al., 2021).

El diagnóstico de artrosis de rodilla se realiza mediante la historia clínica y el examen físico. La edad avanzada y un IMC elevado combinado con la presencia de un valgo o varo, crepitación y limitación de la extensión pasiva de rodilla, son criterios que pueden permitir diferenciar la artrosis de rodilla de otras patologías articulares (Décary et al., 2018). La Alianza Europea de Asociaciones de Reumatología (EULAR; del inglés *European Alliance of Associations for Rheumatology*), en un estudio Delphi determinó los criterios (pacientes mayores de 45 años, con dolor de rodilla, rigidez matutina, función reducida, crepitación palpable, restricción de movimiento y engrosamiento del hueso articular) que pronostican en un 99 % un diagnóstico de artrosis de rodilla mediante radiografía (W. Zhang et al., 2010).

Las radiografías pueden ser de gran ayuda para valorar la severidad de la enfermedad con la visualización de osteofitos y del espacio articular. Aunque hay que tener en cuenta que los cambios patológicos y el dolor pueden aparecer antes de cualquier cambio visible en las radiografías, con lo que una radiografía normal no excluye la presencia de artrosis. En general, la combinación de dolor de rodilla y osteofitos presenta una buena sensibilidad (89 %) y especificidad (90 %). Para el diagnóstico de la artrosis mediante radiografía se utiliza comúnmente la clasificación de Kellgran-Lawgrenc (Jang et al., 2021; Katz et al., 2021), (Figura 6):

- **Grado 0:** ausencia de hallazgos patológicos.
- **Grado 1:** Osteofitos cuestionables.
- **Grado 2:** Osteofitos definidos.

- **Grado 3:** Estrechamiento del espacio articular.
- **Grado 4:** Estrechamiento del espacio articular avanzado.

La resonancia magnética también se puede utilizar para el diagnóstico de artrosis de rodilla pero no es el examen radiológico de elección. La ventaja de la RM es que se pueden identificar los cambios en los tejidos blandos, fracturas en el hueso subcondral y descartar tumores y cuadros infecciosos (Katz et al., 2021).

## CLASIFICACIÓN DE KELLGRAN-LAWGRENCE






Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4
				
NORMAL	DUDOSO	LEVE	MODERADO	SEVERO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiografía normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dudoso estrechamiento de la interlínea articular</li> <li>- Posible osteofitosis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible estrechamiento de la interlínea articular.</li> <li>- Osteofitosis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrechamiento de la interlínea articular.</li> <li>- Osteofitosis moderada.</li> <li>- Esclerosis leve.</li> <li>- Posible deformidad de los extremos óseos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Marcado estrechamiento de la interlínea articular.</li> <li>- Osteofitosis abundante.</li> <li>- Esclerosis severa.</li> <li>- Deformidad de los extremos óseos.</li> </ul>

Figura 6. Clasificación de la artrosis de Kellgran-Lawgrenc. Adaptado de Jang et al., 2021.

## **D) Tratamiento**

En un primer momento, el tratamiento recomendado para la artrosis de rodilla sintomática se basa en estrategias conservadoras como la educación, la pérdida de peso y el ejercicio de fuerza y cardiovascular, y la fisioterapia (Georgiev & Angelov, 2019; Katz et al., 2021).

El ejercicio físico es una de las principales medidas conservadoras recomendadas para el tratamiento de la artrosis de rodilla. Los programas de ejercicio físico personalizados y supervisados por un profesional pueden mejorar el dolor, la función articular y la calidad de vida de los pacientes con artrosis de rodilla. Los programas de ejercicio deben incluir ejercicios de fortalecimiento muscular, estiramientos y entrenamiento cardiovascular, adaptados a las necesidades individuales de cada paciente (Raposo et al., 2021).

A nivel farmacológico, los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) son la primera línea de tratamiento para la artrosis de rodilla. Estos medicamentos pueden ayudar a reducir el dolor y la inflamación en la articulación. La infiltración de corticoides o de ácido hialurónico es una alternativa cuando los AINEs están contraindicados o no muestran eficacia. Otra posibilidad de tratamiento son los fármacos antiepilépticos y antidepresivos, en casos donde se detecta que el dolor presenta un componente mediado por el sistema nervioso central. Los pacientes con dolor, pérdida de función y cambios radiográficos avanzados son candidatos para la prótesis total de rodilla, una opción quirúrgica que puede ayudar a reducir el dolor y mejorar la función articular. Además, se están desarrollando nuevas terapias como la infiltración subcondral de plasma rico en plaquetas, el uso de células mesenquimales y otras técnicas celulares para la artrosis de rodilla (Jang et al., 2021; Katz et al., 2021; Primorac et al., 2020).

Como se puede apreciar, el tratamiento de la artrosis de rodilla se basa en una combinación de medidas conservadoras, como la educación, la pérdida de peso, el ejercicio y la fisioterapia, así como opciones farmacológicas y quirúrgicas en los casos más severos.

### **1.3.3.2 Síndrome de dolor femoropatelar**

El SDFP, conocido también por condromalacia rotuliana o dolor anterior de rodilla, tiene una prevalencia en la población general del 22,7 %, siendo más frecuente en adolescentes, mujeres y sujetos con un elevado nivel de actividad física como los atletas de élite y los militares, pudiendo llegar su prevalencia al 35,7 %. La incidencia puede variar entre 9,7-1080,5 casos por 1000 personas por año (Smith et al., 2018).

El SDFP se ha redefinido recientemente como el dolor localizado alrededor o detrás de la rótula, agravado por actividades que sobrecargan la articulación como la sentadilla, subir y bajar escalares, correr o saltar y con dolor a la sedestación prolongada. El dolor suele ser persistente convirtiéndose en un problema de salud significativo. Más del 50 % de sujetos con SDFP sigue con dolor 6 años después de su aparición e incluso tras haber recibido un programa de tratamiento (Barton & Crossley, 2016).

El SDFP se produce por la pérdida de la homeostasis tisular debido a una sobrecarga del hueso subcondral de la articulación femoropatelar, la grasa de Hoffa, los retináculos etc. Todo ello es debido a una compleja interacción entre distintos factores biomecánicos y musculares a nivel local y en articulaciones distantes como el pie o la cadera (Crossley et al., 2019; Tan et al., 2020).

#### **A) Fisiopatología**

No existe una etiología única que pueda explicar el SDFP sino que resulta de la interacción de distintos factores anatómicos, biomecánicos, psicosociales y conductuales (Powers et al., 2017).

Se ha propuesto un modelo patomecánico que explica el dolor femoropatelar por la sobrecarga de la articulación femoropatelar en el cual los síntomas no se atribuyen a un tejido específico, sino que la sobrecarga tisular puede afectar a cualquier tejido innervado y, por lo tanto, ser una posible fuente de nocicepción (hueso subcondral, grasa de Hoffa, los retináculos y ligamentos). Este modelo justifica que las alteraciones en la alineación de miembro inferior junto con los desequilibrios musculares y las alteraciones anatómicas producen una reducción del contacto articular femoropatelar, disminuyendo, a su vez, la distribución de las fuerzas. Esto produce una sobrecarga de los tejidos del compartimento externo que, puede llegar a producir una disminución del espesor del

cartílago, un edema subcondral y aumenta la presión ósea, pudiendo favorecer la activación de los nociceptores. Estos cambios serán más importantes en sujetos activos y deportistas (Biedert & Kernen, 2001; Powers et al., 2017; Rothermich et al., 2015).

## **B) Factores de riesgo**

La identificación de los factores de riesgo del SDFP es clave a la hora de hacer el abordaje terapéutico. El principal factor es el estrés mecánico producido en la articulación femoropatelar durante diferentes actividades como la sentadilla, subir escaleras o correr. Una de las causas de este estrés puede ser la debilidad del músculo cuádriceps en su globalidad, y no solo del vasto medial, disminuyendo la estabilidad de la rótula en la tróclea femoral. Se ha podido observar que existe un tiempo de retraso en la activación del vasto medial respecto al vasto lateral, y en la fase de relajación, el vasto lateral tiende a relajarse más tarde que el vasto medial: este fenómeno puede favorecer el desplazamiento lateral de la rótula. El SDFP se puede ver favorecido también por una pronación del pie, asociada a una rotación interna de tibia y fémur, que aumentan el ángulo Q y el estrés lateral sobre la rótula (Collins et al., 2017; Powers et al., 2017; Sisk & Fredericson, 2019).

Se ha observado que los sujetos con dolor femoropatelar presentan, asimismo, una debilidad de la musculatura glútea (salvo en los adolescentes) pero no se sabe con certitud si esta debilidad puede ser una causa o consecuencia del SDFP. La excesiva rigidez de la cintilla iliotibial así como una hiperactividad del bíceps femoral serían otros factores de riesgo que favorecerían el desplazamiento lateral de la rótula. Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en base a la epidemiología de esta patología son los errores asociados a los entrenamientos (Sisk & Fredericson, 2019).

## **C) Diagnóstico**

El diagnóstico del SDFP puede llegar a ser complejo y debe ser el resultado de un procedimiento de razonamiento clínico basado en la historia clínica con el examen físico y en la exclusión de otros cuadros clínicos (Curran et al., 2022; Sisk & Fredericson, 2019). Se debe evitar el uso del diagnóstico por imagen radiológica y, la comunicación del diagnóstico debe hacerse de forma sencilla sin utilizar un exceso de términos médicos,



dado que todo ello se relaciona con un aumento de la discapacidad y de la cronicidad por la inducción de conductas de miedo evitación con un impacto negativo en el paciente.

Hay tres características que pueden llevarnos a pensar en un SDFP: dolor anterior de rodilla, alrededor o detrás de la rótula, dolor que aparece en actividades que comportan flexión de rodilla y sensibilidad a la palpación de la rótula (Curran et al., 2022).

#### **D) Tratamiento**

En momentos de dolor e inflamación la primera fase del tratamiento tiene el objetivo de disminuir los síntomas mediante distintas modalidades de terapia física o AINEs, aunque es muy importante saber que el tratamiento central y con más eficacia en el SDFP a corto, medio y largo plazo son los ejercicios de fuerza y estabilidad dirigidos a la rodilla y la cadera junto con a la modificación de los factores de riesgo (Sisk & Fredericson, 2019). Los últimos estudios no han demostrado que exista la posibilidad de activar de manera aislada el vasto medial ni tampoco su interés en el manejo de esta condición, con lo que el objetivo debe ir encaminado el trabajo del cuádriceps en su globalidad (Sisk & Fredericson, 2019).

Se podría, entonces, hacer un tratamiento complementario basado en la reeducación de la marcha o carrera, el uso de vendajes y plantillas para el manejo del dolor a corto plazo, también se pueden utilizar de técnicas de terapia manual y punción seca (Collins et al., 2017; Curran et al., 2022). En los pacientes que no responden al tratamiento conservador existe la opción de AINEs, infiltración de corticoides o crema tópica. La cirugía es una opción rara en esta patología (McCarthy & Strickland, 2013).

Es importante que el tratamiento tenga en cuenta las preferencias del paciente y sea integrado dentro de un marco biopsicosocial (Curran et al., 2022; Sisk & Fredericson, 2019).

#### **1.3.3.3 Dolor de rodilla posquirúrgico**

La Asociación Internacional de Estudio del Dolor (IASP; del inglés *International Association for Study of Pain*) define al dolor posoperatorio persistente como una sensación desagradable estimada a una intensidad  $\geq 4$  y una duración mayor de 3 meses

tras la cirugía (Gungor et al., 2019). El dolor posoperatorio es la primera causa de insatisfacción de los pacientes que acuden a someterse a una cirugía ortopédica. De hecho, el 63% de ellos sigue con dolor tras la intervención, de los cuales un 36 % presenta dolor al cabo de un año, siendo la mayoría pacientes que han sido intervenidos de prótesis total de rodilla (Grosu et al., 2014).

### **A) Fisiopatología**

Pese a que no se conocen con exactitud las causas que producen dolor posoperatorio, sí que parece existir una asociación con la profundidad de las incisiones realizadas durante la cirugía, el daño nervioso producido durante la cirugía y la isquemia producida por el torniquete (Grosu et al., 2014).

La lesión tisular producida por la incisión quirúrgica produce una liberación de mediadores inflamatorios por parte de las células dañadas y de las células inmunitarias presentes lo cual acaba generando una sinovitis y un derrame articular. Todo ello contribuye a sensibilizar los nociceptores periféricos dando lugar a una sensibilización periférica lo cual puede contribuir a desarrollar fenómenos de sensibilización central, que a su vez favorece a la alteración del equilibrio entre los mecanismos excitadores e inhibidores del dolor (Grosu et al., 2014; Kurien et al., 2022; Rice et al., 2018).

### **B) Factores de riesgo**

Se ha demostrado que los altos índices de dolor preoperatorio, los aspectos psicológicos como el catastrofismo y la ansiedad, la presencia de sensibilización central o dolor en múltiples articulaciones (Gungor et al., 2019; Rice et al., 2018), el déficit del rango articular de la rodilla en extensión (Marques et al., 2020) y el uso de plastia procedente del tendón rotuliano (Hoge et al., 2022) son factores que predisponen a dolor posoperatorio. Pese a ello, es importante destacar que los aspectos asociados con la intervención quirúrgica como el daño nervioso, el uso prolongado de torniquete y la hipersensibilización asociada al consumo de opioides tienen una importancia relevante, sugiriendo que una parte importante del dolor posoperatorio se origina o se empeora por la intervención quirúrgica en si misma (Rice et al., 2018).

## **1.4 Síndrome del dolor miofascial**

Los trastornos musculoesqueléticos tienen una prevalencia muy elevada en la población activa e industrializada de los países desarrollados (Bonanni et al., 2022; de Cássia Pereira Fernandes et al., 2016), por ejemplo, cerca del 50% de los adultos estadounidenses sufren alguna forma de dolor musculoesquelético, lo que representa a 125 millones de norteamericanos (Clarke et al., 2016). En Europa, la prevalencia de dolor musculoesquelético oscila entre un 20-37 % de la población (Bonanni et al., 2022; Cimas et al., 2018).

La presencia de esta condición tiene un impacto negativo importante en la calidad de vida, la pérdida de productividad, la incapacidad de trabajo y en los costes sanitarios, lo cual justifica un manejo terapéutico adecuado y precoz así como la necesidad de implantar medidas de prevención (Blyth & Noguchi, 2017; Park et al., 2016; Van Wambeke & Morlion, 2014). Aun así, parece ser que los pacientes que sufren de dolor musculoesquelético no reciben un diagnóstico ni un tratamiento óptimos, lo cual provoca visitas recurrentes a los servicios de urgencias (Roldan & Hu, 2015; Woolf et al., 2004)

Dentro de los trastornos de dolor musculoesquelético, el Síndrome de Dolor Miofascial (SDM) representa la causa de dolor musculoesquelético más común y se caracteriza por dolor local y/o regional que tiende a la cronicidad provocado por uno o varios puntos gatillo en la musculatura esquelética (Simons, 2004). En la población general, se estima que el SDM tiene una prevalencia del 21-30 % (Borg-Stein & Iaccarino, 2014) siendo el diagnóstico primario en el 74-85 % de las consultas realizadas en centros especializados en dolor. Se estima que más del 85 % de la población sufrirá de SDM en algún momento de su vida (Fleckenstein et al., 2010), con lo que el diagnóstico precoz del SDM puede mejorar la eficacia el tratamiento y, por lo tanto, contribuir a reducir los costes de la sanidad pública (Haddad et al., 2012).

### **1.4.1 Definición**

El Síndrome de Dolor Miofascial se define como un conjunto de síntomas sensoriales, motores y autonómicos causados por uno o varios Puntos Gatillo Miofasciales (PGM). Los PGM se definen como nódulos hiperirritables localizados en bandas tensas que se encuentran en músculos esqueléticos y que pueden provocar dolor

espontáneo si se trata de PGM activos, o bien a la palpación si se trata de PGM latentes (Donnelly et al., 2019).

#### **1.4.2 Prevalencia del Síndrome de Dolor Miofascial en los síndromes dolorosos de rodilla**

Los pacientes con dolor de rodilla presentan una alta prevalencia de PGM en los músculos de la región lumbopélvica y de la extremidad inferior. La mayoría de los estudios se han realizado en pacientes con dolor asociado a artrosis de rodilla, SDFP y dolor posoperatorio (Albuquerque-García et al., 2015; Dor & Kalichman, 2017; Henry et al., 2012; Kordi Yoosefinejad et al., 2021; Roach et al., 2013; Rozenfeld et al., 2020; Samani et al., 2020; Sánchez-Romero et al., 2019). Esto no excluye que en otros cuadros clínicos de dolor de rodilla los PGM no jueguen un papel importante en la sintomatología y la función del paciente, solo que a día de hoy no se dispone de publicaciones científicas al respecto.

##### **1.4.2.1 Prevalencia de Puntos Gatillo Miofasciales en pacientes con artrosis de rodilla**

Los pacientes con artrosis de rodilla presentan una mayor prevalencia de PGM activos y latentes que los sujetos asintomáticos en los músculos isquiotibiales, cuádriceps, gastrocnemios y tensor de la fascia lata (Albuquerque-García et al., 2015; Kordi Yoosefinejad et al., 2021). Se ha demostrado que los PGM activos encontrados en los pacientes reproducen el dolor de rodilla durante el examen y que su mayor número se asocia a intensidades de dolor elevadas y a una disminución de la actividad física (Albuquerque-García et al., 2015).

En un estudio se analizó la prevalencia de PGM activos y latentes, en pacientes con artrosis de rodilla media a moderada, en los músculos cuádriceps, isquiotibiales, tensor de la fascia lata, aductores, gastrocnemios y poplíteo. Se encontró que la intensidad del dolor se correlacionaba solo con los PGM activos de los isquiotibiales pero no con los demás músculos y que, solo los PGM latentes del tensor de la fascia lata se asocian a la discapacidad (Sánchez-Romero et al., 2019). En otro estudio, se encontró que todos los pacientes (n=25) que estaban a la espera para una cirugía de prótesis total de rodilla

presentaban PGM activos en vasto medial (67 %), vasto lateral (29 %), gastrocnemio medial (92 %) y gastrocnemio lateral (29 %), (Henry et al., 2012). Esta divergencia en los resultados se puede dar por el tamaño de la muestra o incluso el grado de severidad de la artrosis, considerando los PGM un elemento adicional de la sintomatología de los pacientes con artrosis de rodilla, cuya importancia pueda variar en función del grado de evolución de la artrosis.

#### **1.4.2.2 Prevalencia de los Puntos Gatillo Miofasciales en pacientes con síndrome de dolor femoropatelar**

En los últimos años se han publicado un estudio que confirma la relación existente entre el SDFP y la presencia de PGM. Los autores demostraron que el 78% de los sujetos con SDFP presentaban al menos un PGM, de los cuales el 75,8% eran activos y el 21,2% latentes, en comparación a los sujetos sanos (6,3%). Se observó que, entre los músculos explorados, el vasto lateral y el vasto medial del cuádriceps eran los que presentaban un mayor número de PGM, seguidos del glúteo medio y del recto femoral (Rozenfeld et al., 2020). Un dato interesante de este estudio es que la gran mayoría de los PGM eran activos, incluyendo el del glúteo medio.

Existen fuertes relaciones biomecánicas entre la zona lumbopélvica y la rodilla, justificando la necesidad de tomar en consideración la valoración de esas regiones en pacientes que sufren de dolor de rodilla. Se ha demostrado que los pacientes con SDFP, en comparación a los sujetos sanos, presentan una alta prevalencia de PGM latentes en el cuadrado lumbar contralateral (93%) o en ambos lados (80%) y al menos un PGM en glúteo medio de algún lado (97%) o de manera bilateral (87%), pudiendo contribuir en las alteraciones del movimiento de la extremidad inferior (Roach et al., 2013).

Estos resultados fueron confirmados por otro estudio en el que, adicionalmente al cuadrado lumbar (70%) y al glúteo medio (90 %), se encontró que los pacientes con SDFP presentaban PGM en el oblicuo interno (80 %), erector espinal (76,7%), glúteo mayor (60%), piriforme (76,7%), tensor de la fascia lata (63,3%), recto femoral (76,7%), sartorio (56,7%), vasto medial (66,7%), vasto lateral (76,7%), semitendinoso y semimembranoso (90 %) y bíceps femoral (86,7%), (Samani et al., 2020). Los únicos músculos donde no se encontró una diferencia significativa respecto a los sujetos sanos fue en los músculos

glúteo menor y en los aductores. Sin embargo, todos los PGM de los músculos explorados presentaban umbrales de dolor a la presión bajos respecto al grupo control (Samani et al., 2020).

#### **1.4.2.3 Prevalencia de Puntos Gatillo Miofasciales en pacientes con dolor de rodilla posquirúrgico**

Se ha estipulado que la cirugía de rodilla pueda tener una influencia importante en la activación de los PGM. En el caso de la artroscopia de rodilla, aunque se puede generalizar a otro tipo de técnica quirúrgica, se considera que las incisiones con el bisturí, la isquemia quirúrgica, el flexo de rodilla producido por el derrame articular posquirúrgico ( $>10^\circ$ ), las adherencias postquirúrgicas y las malas posturas durante la cirugía podrían ser también un mecanismo de activación de PGM (Rodríguez Fernández et al., 2005; Rodríguez Fernández & Bartolomé Martín, 2003).

Se ha podido apreciar que el 58,7 % de los pacientes que someten a cirugía por artroscopia de rodilla desarrollan PGM activos en la musculatura periarticular, y que el factor de activación más importante es la isquemia quirúrgica, de hecho, el 80,43 % de los pacientes sometidos a isquemia quirúrgica desarrolla PGM mientras que de los pacientes que no se ha sometido a isquemia quirúrgica solo el 11,11 % desarrolla PGM. El vasto medial, el vasto lateral, el semitendinoso, el semimembranoso, el poplíteo y el gemelo interno parecen ser los músculos que más se afectan en estas cirugías (Rodríguez Fernández et al., 2005). Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Torres Chica et al. (2015), en los cuales encontraron que los pacientes sometidos a meniscectomía por artroscopia presentaban PGM activos en los músculos vasto medial y lateral, semitendinoso y bíceps femoral, en cambio no encontraron diferencias significativas para los demás músculos. También se estableció una relación entre los PGM y la hiperalgesia local y contralateral, indicando una relación entre los PGM y los fenómenos de sensibilización central (Torres-Chica et al., 2015). En pacientes sometidos a una artroplastia de ligamento cruzado anterior se han identificado PGM activos en el vasto medial del cuádriceps (Velázquez-Saornil et al., 2017).

En la figura 7 se pueden apreciar los principales músculos afectados por PGM en pacientes con dolor de rodilla.

## PATRONES DE DOLOR REFERIDO DE LOS MÚSCULOS AFECTADOS

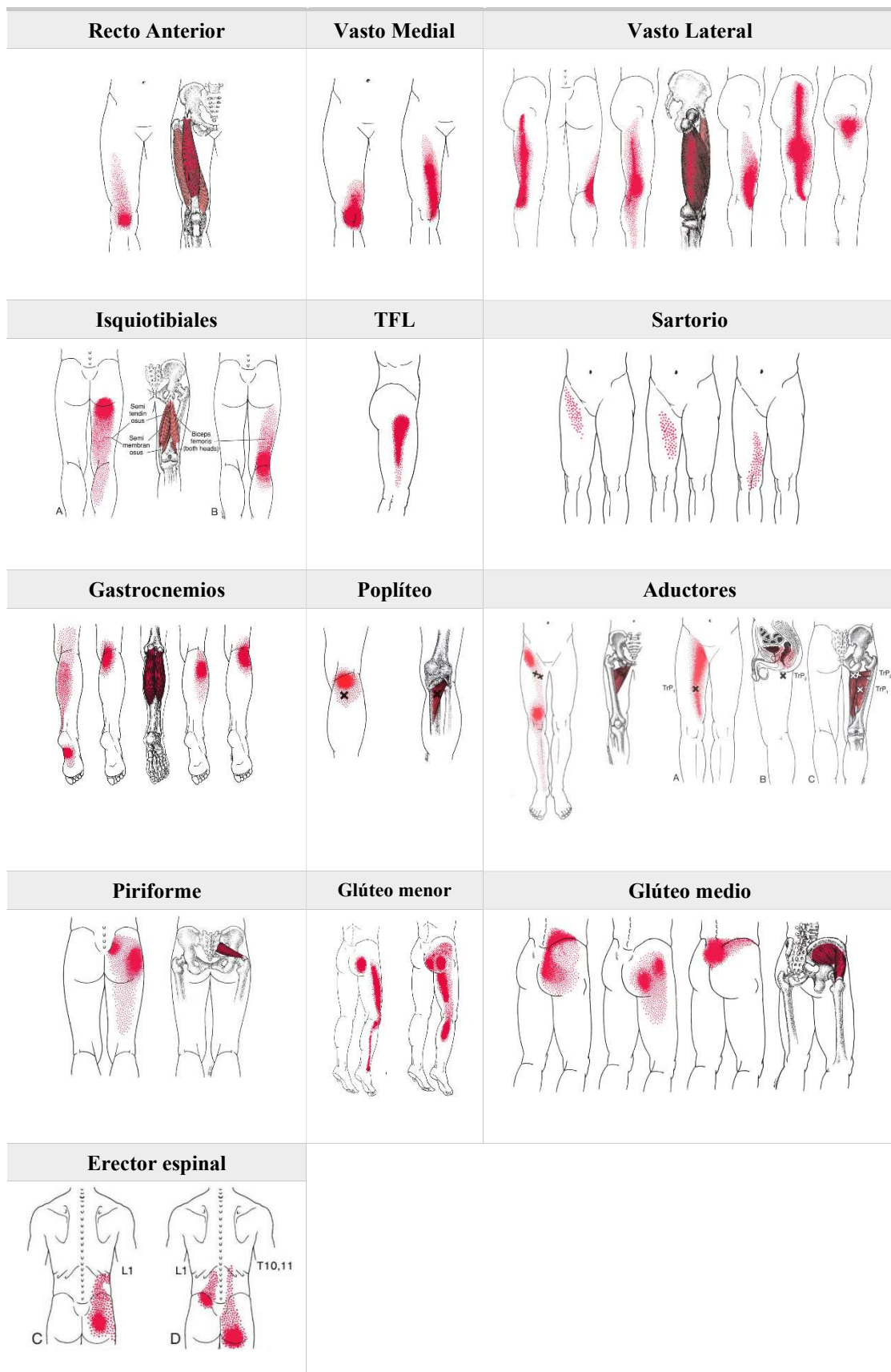


Figura 7. Patrón de dolor de los principales músculos afectados en pacientes con dolor de rodilla. Imágenes importadas de (Donnelly et al., 2019).

### **1.4.3 Fisiopatología**

En la actualidad siguen existiendo divergencias en la comunidad científica respecto a la etiología y fisiopatología de los PGM. La explicación más aceptada sobre el origen de los PGM tiene como fundamento la hipótesis integrada, descrita inicialmente por Simons, y que se basa en los hallazgos electrofisiológicos e histopatológicos de los PGM (Donnelly et al., 2019).

#### **1.4.3.1 Teoría de la hipótesis integrada**

Esta teoría explica que el PGM se forma como resultado de una disfunción en la unión neuromuscular causada por alteraciones ya sea a nivel presináptico, intrasináptico, postsináptico o de ambas. Así pues, el proceso de formación de los PGM se iniciaría por un traumatismo directo o indirecto en el músculo o bien por una sobrecarga muscular que provocaría una liberación anómala de acetilcolina en la placa motora, dando lugar a una contracción sostenida de los sarcómeros (Donnelly et al., 2019; McPartland et al., 2006). La contracción mantenida produce, al mismo tiempo, una constricción de los capilares circundantes disminuyendo el aporte sanguíneo local y, por lo tanto, restringiendo el aporte de nutrientes y oxígeno a los tejidos, que junto a las demandas energéticas del tejido muscular dan lugar a lo que Simons denominan “crisis energética” (Gerwin et al., 2004; Simons, 2005).

Las condiciones de isquemia e hipoxia mantenidas llevan a las fibras musculares a utilizar vías metabólicas anaeróbicas que favorecen la producción de metabolitos que acidifican el medio y que, por ende, contribuyen al mantenimiento de la contracción localizada ya que el pH ácido inhibe la acetilcolinesterasa, una enzima que tiene como función hidrolizar la acetilcolina para permitir el proceso de relajación. Además de todo esto, se produce una liberación de sustancias pronociceptivas que junto al pH ácido activan los nociceptores responsables de la sensación dolorosa. Es importante destacar que este proceso está modulado por el sistema nervioso simpático y que su mantenimiento en el tiempo puede dar lugar a cambios neuroplásticos a nivel de la asta dorsal de la médula, produciendo un proceso de sensibilización central que puede explicar el dolor



referido de los PGM, la hipersensibilidad, la alodinia y la activación de otros PGM, lo cual puede dificultar la resolución del cuadro clínico.

La teoría de la crisis energética ha ido completándose a lo largo de los años gracias a los aportes de diferentes autores y acabando por definirse como la teoría de la hipótesis integrada (Gerwin et al., 2004).

A continuación, se describirán las distintas características de los PGM que la investigación ha aportado a lo largo de estos años y que permitirán entender mejor la fisiopatología del SDM.

#### **1.4.3.2 Hallazgos histopatológicos**

En el año 1976, se realizó el primer estudio histológico del PGM en el músculo grácil de un perro (Simons & Stolov, 1976). Se observó la presencia de múltiples nódulos en distintas fibras musculares, cuya característica principal era la apreciación de una contractura de sarcómeros localizada en el centro de la fibra muscular, haciendo que el resto de la fibra estuviese en estiramiento y/o tensión. La presencia de estos nódulos en múltiples fibras musculares daría lugar al PGM palpable junto con su banda tensa (Mense, 2010).

Alrededor de los nódulos se ha observado, en modelos experimentales de PGM en rata, la presencia de glucosaminoglucanos con la capacidad de absorber y retener líquido extracelular, pudiendo incrementar el grosor del área donde se encuentran los nódulos de contracción, aumentando así el tamaño de los PGM (Margalef et al., 2019). Los mismos autores ha podido evidenciar, en la misma zona, la presencia de axones que inervan las fibras musculares en la unión neuromuscular.

Recientemente se han podido extrapolar, por primera vez, estos estudios histológicos a modelos humanos, mediante la biopsia muscular de zonas de puntos gatillo del músculo trapecio en sujetos con SDM, lo cual ha confirmado la existencia de los nódulos de contracción musculares descritos anteriormente (Gerwin et al., 2020; Jin et al., 2020). Se observó que la longitud de los sarcómeros acortados era de un 25-45 % de la longitud normal (Gerwin et al., 2020), objetivando así el grado de acortamiento de los sarcómeros.

### 1.4.3.3 Hallazgos electrofisiológicos

En condiciones normales de reposo se produce una liberación controlada de acetilcolina en la unión neuromuscular, cuyo registro electrofisiológico da lugar a la aparición de potenciales de placa motora en miniatura caracterizados por una actividad eléctrica discreta, aleatoria y con un tiempo de latencia, dando lugar a lo que se denomina ruido de placa motora. En cambio, cuando se produce una liberación anómala y excesiva de acetilcolina esto se modifica, produciendo un aumento de la frecuencia de la actividad eléctrica con aparición de potenciales de acción en espiga de alta amplitud (Figura 8). Esta característica es propia de los PGM y se le denomina actividad eléctrica espontánea, pudiendo ser revertida por el bloqueo de la liberación de acetilcolina mediante la inyección de toxina botulínica (H. Y. Ge, Fernández-de-las-Peñas, et al., 2011; McPartland et al., 2006; Simons et al., 2002).

Los estudios con electromiografía (EMG) han demostrado que en situación de reposo los PGM presentan una actividad eléctrica llamada ruido de placa motora, caracterizada por la presencia de potenciales de acción de baja amplitud y alta frecuencia con espigas de alta amplitud y baja frecuencia, determinando la actividad eléctrica de los PGM.

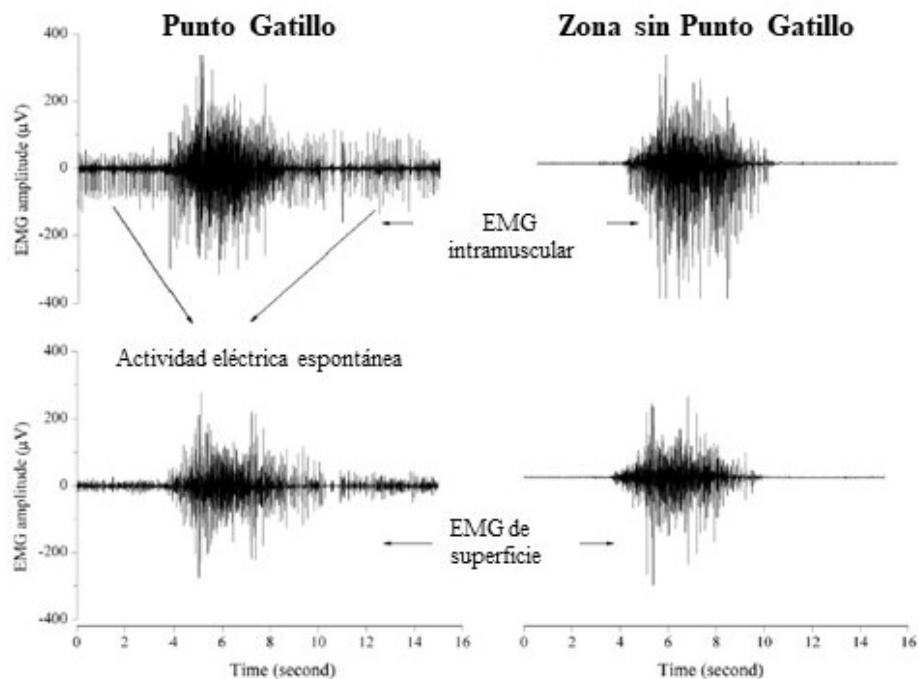


Figura 8. Actividad electromiográfica de un Punto Gatillo Miofascial (H. Y. Ge, Fernández-de-las-Peñas, et al., 2011).

#### **1.4.3.4 Hallazgos histoquímicos**

Shah et al (2008a) realizaron un estudio con microdiálisis *in vivo* en pacientes con PGM activos en el trapecio con el objetivo de analizar el medio intersticial del PGM. Los hallazgos de este experimento demostraron que el entorno bioquímico del PGM activo, a diferencia de los PGM latentes y de las zonas sin PGM, presenta un pH ácido con una concentración significativamente mayor de mediadores nociceptivos y proinflamatorios, dentro de los cuales encontramos bradiquinina, sustancia P, péptido relacionado con el gen de la calcitonina, TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, serotonina y noradrenalina. Todas estas sustancias son capaces de activar y sensibilizar los nociceptores pudiendo explicar la sintomatología asociada a los PGM (Hsieh et al., 2012; Shah et al., 2008a; Shah & Gilliams, 2008).

#### **1.4.3.5 Hallazgos radiológicos**

Se han publicado distintos estudios en los que se han podido visualizar PGM y bandas tensas mediante diferentes métodos de diagnóstico por imagen.

Uno de ellos, se realizó con ecografías en pacientes con cervicalgia aguda en los cuales, previamente y mediante la exploración física, identificaron en el músculo trapecio zonas de PGM activos, PGM latentes y zonas control sin PGM. El estudio ecográfico mediante escala de grises y elastografía reveló la presencia de nódulos hipoecoicos con una rigidez tisular aumentada en la zona de PGM en comparación a las zonas sin PGM. El estudio Doppler del flujo sanguíneo local permitió diferenciar los PGM activos de los PGM latentes y de las zonas normales. En los PGM activos encontraron un aumento de la resistencia vascular en comparación a los PGM latentes y a las zonas control (Sikdar et al., 2009).

Otro grupo de autores, demostraron que los PGM también podían identificarse mediante resonancia magnética (Q. Chen et al., 2016), y además, que la elastografía por resonancia magnética era una herramienta excelente para cuantificar y objetivar las bandas tensas de los PGM con una fiabilidad intra- e inter-examinador muy alta (Sollmann et al., 2019).

Pese a que estos últimos años han habido diversos estudios que se han interesado el uso de resonancia magnética, ecografía y elastografía para la identificación de PGM y bandas tensas (Jafari et al., 2018; Kumbhare et al., 2016; Takla et al., 2016; Turo et al., 2013), su relevancia clínica en pacientes con dolor parece no estar del todo clara (Valera-Calero et al., 2021) incitando a los clínicos a ser prudentes a la espera de que se desarrollen métodos y protocolos de valoración ecográfica fiables (Evans et al., 2021; Mazza et al., 2021).

#### **1.4.3.6 Hallazgos termográficos**

La termografía es una técnica de imagen no invasiva e inócua que permite valorar en tiempo real la temperatura cutánea del cuerpo mediante la radiación infrarroja emitida por la piel, por lo tanto, es un método que permite valorar la actividad simpática del sistema nervioso autónomo (Dibai-Filho & Guirro, 2015; Haddad et al., 2012). Su utilidad como método diagnóstico complementario del SDM no parece estar clara. Se estima que una diferencia mayor de 0,3°C entre los dos lados del cuerpo sería un criterio para diagnosticar SDM (Haddad et al., 2012; Skorupska et al., 2021).

Se comparó la inyección de glutamato en un PGM latente del braquiorradial con una zona sin PGM pero no se llegaron a obtener resultados significativos post-intervención en el análisis termográfico; en cambio el láser doppler mostró que tras la inyección de glutamato en el PGM latente se producía una disminución del flujo sanguíneo en comparación al otro grupo, indicando una vasoconstricción producida por la activación del sistema nervioso simpático (Zhang et al., 2009). Por su lado, otro estudio con termografía encontró que existía una correlación entre la sensibilidad dolorosa y la termografía en pacientes con disfunción temporomandibular, llegando a la conclusión de que una disminución de la temperatura cutánea se relacionaba con una mayor severidad del SDM medida con algometría (Haddad et al., 2012).

Parece ser que los tratamientos del SDM tienen un efecto sobre el sistema nervioso simpático local y a distancia cuando se mide con termografía pero, a día de hoy, la evidencia no es clara al respecto (Altindiş & Güngörmüş, 2019; Benito-De-pedro et al., 2019; Onik et al., 2020; Skorupska et al., 2021; Skorupska, Rychlik, & Samborski, 2015; Skorupska, Rychlik, Pawelec, et al., 2015).

Es necesario crear y estandarizar los protocolos de estudio termográfico para que puedan tener una validez clínica aplicable (Dibai-Filho et al., 2015; Skorupska et al., 2021).

#### **1.4.4 Clasificación de los Puntos Gatillo Miofasciales: Activos y Latentes**

Como hemos comentado anteriormente los PGM pueden ser una causa frecuente de dolor y disfunción musculoesquelética. Clínicamente los PGM se pueden clasificar en PGM activos o latentes. A continuación, pasaremos a describir las características a cada tipo de PGM.

##### **1.4.4.1 Puntos Gatillo Miofasciales Activos**

El PGM activo se define como aquel PGM que origina el cuadro clínico doloroso. Siempre es sensible, limita el estiramiento completo del músculo, produce debilidad muscular, el paciente lo reconoce como su dolor cuando se comprime, media la respuesta de espasmo local cuando se estimula correctamente y cuando se comprime en el rango de tolerancia del dolor del paciente, produce una respuesta motora y a menudo autonómica, generalmente en la zona de dolor referido, y produce sensibilidad en la zona de dolor referido (Donnelly et al., 2019).

En un estudio Delphi sobre los PGM, los expertos confirmaron que el 84% de los expertos internacionales coincidieron en que la principal diferencia clínica entre los PGM activos y latentes es la reproducción de los síntomas experimentados por el paciente sin que necesariamente, en el momento de la exploración, el paciente presente dolor espontáneo (Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018). Tras los resultados de este estudio, propusieron la siguiente definición de PGM activo: aquel PGM que cuando se estimula reproduce algún síntoma del paciente, ya sea de forma total o parcial y, por lo tanto, que sea reconocido por el paciente como familiar, aunque cuando no se encuentre presente de forma espontánea en el momento de la exploración (Donnelly et al., 2019; Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018).

La presencia de PGM activos es muy común en los trastornos que afectan al sistema musculoesquelético como el dolor de hombro (Bron et al., 2011), cuello (Castaldo

et al., 2019; Ribeiro et al., 2018), radiculopatía cervical (Sari et al. 2012), cefalea tensional (Fernández de las Peñas et al 2017, 2019), migraña (Fernández-De-Las-Peñas et al., 2006; Ferracini et al., 2017; Palacios-Ceña et al., 2017), latigazo cervical (Fernández-Pérez et al., 2012), epicondialgia medial (Fernández-Carnero et al., 2007, 2008), síndrome del túnel carpiano (Azadeh et al., 2010; Qerama et al., 2009), síndrome de dolor regional complejo (Dor et al., 2019), disfunción temporomandibular (Fernández-De-Las-Peñas et al., 2010), rizartrosis (López-Royo et al., 2021), dolor torácico (Ortega-Santiago et al., 2019), dolor lumbar (Iglesias-González et al., 2013), artrosis de cadera (Ceballos-Laita et al., 2021), dolor de rodilla (Albuquerque-García et al., 2015; Kordi Yoosefinejad et al., 2021; Rozenfeld et al., 2020), talalgia (Ortega-Santiago et al., 2020), fascitis plantar (Thummar et al., 2020), fibromialgia (Ge, Wang, et al., 2011) y cáncer de mama (Ko et al. 2016, Dibai Filho et al. 2018). Aunque también pueden estar presentes en entidades clínicas poco frecuentes en las consultas de fisioterapia como el dolor abdominal (Kamboj et al., 2019; Niraj, 2018), dismenorrea (Gaubeca-Gilarranz et al., 2018; Huang & Liu, 2014), endometriosis (Stratton et al. 2015, Aredo et al. 2017), cáncer (Hasuo et al. 2021, Ishiki et al. 2020) o tinnitus (Rocha & Sanchez, 2007; Rocha & Sanchez, 2012).

Se ha observado que la presencia de PGM activos se correlaciona con umbrales de dolor a la presión bajos a nivel local y en zonas extrasegmentales alejadas del PGM, relacionando la existencia de PGM activos con hiperalgesia generalizada, algo que no ocurre con los PGM latentes. Esto demuestra la importancia de los PGM activos para inducir fenómenos de sensibilización central y, por tanto, hay que considerarlos como una fuente de nocicepción importante en pacientes con dolor (Castaldo et al., 2019; Niddam et al., 2008; Nystrom & Freeman, 2018; Ortega-Santiago et al., 2019; Palacios-Ceña et al., 2017; Staud, 2010).

La sensibilización central es un reflejo de los cambios neuroplásticos inducidos por un estímulo nociceptivo persistente. No es de extrañar que estos cambios neuroplásticos afecten al sistema neuromuscular y postural en diferentes niveles del sistema nervioso encargados del control muscular (Seminowicz et al., 2019; Summers et al., 2019; Thapa et al., 2021). Se ha demostrado que existe una asociación entre el número de PGM activos y los trastornos de la postura, que se pueden ver favorecidos por las modificaciones en la activación y las estrategias motoras producidas por los PGM activos. Actualmente es difícil saber con exactitud si es la presencia de PGM activos la que genera modificaciones el control motor y la postura o viceversa, pero probablemente la relación

sea bidireccional y, sobre todo, nos justifica la necesidad de tratar los PGM activos antes de iniciar cualquier tratamiento con ejercicio terapéutico (Fernández-De-Las-Peñas et al., 2006; Ferracini et al., 2016; Florencio et al., 2017; Kalichman et al., 2017).

Se ha evidenciado que existen una alteración de la activación de la musculatura superficial durante los movimientos de baja carga, lo que lleva a pensar que la presencia de PGM podría inducir una inhibición muscular por dolor alterando el patrón de activación motor, justificando a su vez la necesidad de tratar los PGM activos antes de iniciar cualquier tratamiento con ejercicio terapéutico (Florencio et al., 2017).

#### **1.4.4.2 Puntos Gatillo Miofasciales Latentes**

El PGM latente se define como aquel PGM que clínicamente no produce dolor espontáneo pero produce dolor cuando se palpa. El PGM latente puede presentar todo el resto de las características clínicas de un PGM activo, y también presenta una banda tensa que aumenta el tono muscular y limita el movimiento.

Según la última información disponible, se define el PGM latente como aquel PGM que cuando se estimula no reproduce ningún síntoma del paciente (ya sea sintomático o no) y que el sujeto no reconozca el síntoma evocado como familiar (Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018).

La prevalencia de los PGM latentes puede ser del 90 % en la población general. Los PGM se pueden formar por esfuerzos prolongados, trabajo repetitivo de baja o cualquier condición que ponga al musculo en condiciones de isquemia (Celik & Mutlu, 2013). En los últimos años ha crecido la importancia de los PGM latentes en el tratamiento del dolor y las disfunciones musculoesqueléticas.

El PGM latente, en comparación a una zona muscular sin PGM, presenta una actividad eléctrica espontánea, una concentración de sustancias nociceptivas y proinflamatorias mayor, así como un pH inferior y, todo junto, podría explicar los fenómenos de hiperalgesia y alodinia asociados a los PGM latentes, además de otros cambios sensitivos. Aunque los PGM latentes no producen dolor espontáneo, podrían jugar un rol importante en los fenómenos de sensibilización central. Se cree que los PGM latentes, por sus características histoquímicas, envían estímulos nociceptivos

infraumbrales al asta posterior de la médula, pudiendo generar sensibilización central sin que haya una percepción de dolor. Bajo este estado de sensibilización, cuando se aplica presión sobre un PGM latente, el estímulo generado hace que se activen sinapsis silentes que explicarían el dolor referido (Ambite-Quesada et al., 2018; Josué Fernández-Carnero et al., 2010; Li et al., 2009; Xu et al., 2010). Recientemente se ha demostrado mediante estudios cerebrales que la estimulación de un PGM produce una activación importante de regiones cerebrales como la corteza prefrontal y la corteza motora (X. Li et al., 2022). Un dato importante es que los pacientes que presentan PGM activos de un lado tienen una prevalencia de PGM más elevada en el lado contralateral, lo cual justifica que haya sensibilización central y que podría explicar ciertos dolores bilaterales (Albuquerque-Sendín et al., 2013; Fernández-Carnero et al., 2008).

Otro aspecto importante de los PGM latentes son las perturbaciones que generan en el funcionamiento muscular. Se ha visto que los PGM pueden producir rigidez muscular (Albin et al., 2020; Grabowski et al., 2018; Sánchez-Infante et al., 2021), restricción de movimiento (Benito-De-pedro et al., 2019; Grieve et al., 2013), favorecer los calambres y la fatigabilidad muscular (Ge et al., 2008; Ge et al., 2012), alterar la inhibición recíproca (Ibarra et al., 2011), disminuir la fuerza muscular (Bagcier et al., 2022; Celik & Yeldan, 2011) y modificar los patrones de activación motora (Lucas et al. 2010, Ge et al. 2014). Todas estas modificaciones contribuyen a disminuir la eficacia del movimiento favoreciendo la fatiga muscular y la alteración de la biomecánica lo cual puede predisponer a patología de sobreuso así como a la aparición de nuevos PGM (Lucas et al., 2010).

Se ha demostrado que el tratamiento de los PGM latentes es capaz de disminuir la actividad electromiográfica, la fatiga, la rigidez muscular, aumentar la fuerza y el rango de movimiento articular (Benito-De-pedro et al., 2019; Grieve et al., 2013; Sánchez-Infante et al., 2021, 2022). Además, en pacientes con dolor asociado a PGM activos, el tratamiento de PGM latentes junto con los PGM activos produce una mayor disminución del dolor en comparación al tratamiento aislado de PGM activos (Calvo-Lobo et al., 2017).



### 1.4.5 Diagnóstico

Actualmente no existe ningún *gold standard* para el diagnóstico del SDM, pero hay cierto acuerdo científico y clínico para el uso de la historia clínica y el examen físico propuesto por Simons para la identificación de los PGM y el diagnóstico del SDM (Gerwin, 2014).

Se han descrito al menos 5 características para el diagnóstico de los PGM: presencia de una banda tensa, dolor a la palpación del nodo de la banda tensa, respuesta de espasmo local, restricción del movimiento y síntomas autonómicos. Todas estas características no tienen por qué encontrarse al mismo tiempo en el paciente, la presencia de un nódulo en la banda tensa que reproduce parcial o totalmente la sintomatología es suficiente para diagnosticar los PGM (Gerwin, 2014).

Se han hecho numerosos estudios sobre la fiabilidad del diagnóstico de PGM con resultados divergentes. Algunos estudios han encontrado que existe una fiabilidad moderada o excelente entre distintos examinadores para identificar PGM, mientras que otros estudios han demostrado todo lo contrario (Lucas et al., 2008; Mayoral del Moral et al., 2018; Rathbone et al., 2017; Tough et al., 2007). Esta problemática ha contribuido a que ciertos autores no reconozcan y acepten al SDM como una entidad clínica válida (Gerwin, 2014). Es posible que la divergencia en los resultados sobre la fiabilidad del diagnóstico del SDM se deba a sesgos en la metodología de los estudios (Gerwin, 2014; Li et al., 2020; Lucas et al., 2008) aunque también sería lógico pensar que la fiabilidad entre examinadores sea propia a los músculos explorados, a los diferentes criterios diagnóstico estudiados y de la experiencia de los examinadores (Hsieh et al., 2000; N. Lucas et al., 2008; Mayoral del Moral et al., 2018; Myburgh et al., 2008; Rozenfeld et al., 2017; Sanz et al., 2016)). Es muy probable que exista una variación entre músculos superficiales de fácil acceso y músculos profundos donde la palpación es más complicada y con menos fiabilidad.

Ante esta problemática científica y clínica, en un estudio Delphi realizado con la colaboración de 60 expertos de todo el mundo. Se llegó a un consenso de que era necesario hallar un mínimo de dos criterios diagnósticos de los tres totales que forman el clúster de hallazgos clínicos: presencia de una banda tensa, un nódulo hipersensible y dolor referido a la palpación. En cuanto al dolor referido, hubo acuerdo en que el paciente,

en lugar de dolor, podía experimentar otro tipo de sensaciones como hormigueo, quemazón, entumecimiento, presión etc. Esto llevó a la reflexión de que la terminología de “sensación referida” sería más correcta que “dolor referido”. Un punto importante en el que la mayoría de los expertos estuvieron de acuerdo es que se aceptó que no existía un patrón de sensación o dolor referido específico y predeterminado para cada músculo, como había estipulado Simons (Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018).

En cuanto a la diferenciación clínica entre PGM activos y latentes, es importante tener en cuenta la reproducción total o parcial de algún síntoma experimentado por el paciente y que lo reconozca como familiar, sin que necesariamente el dolor sea espontáneo en el momento de realizar el examen clínico (Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018).

#### **1.4.6 Punción seca de los Puntos Gatillo**

Existen múltiples tratamientos conservadores e invasivos para el tratamiento del SDM. Los tratamientos conservadores deberían utilizarse antes de pensar en otra modalidad de tratamientos invasivos más agresivos. Probablemente la estrategia terapéutica más eficaz será aquella que reconozca y modifique o elimine la causa etiológica y los factores de perpetuación que causan la activación del PGM (Chou et al., 2012).

##### **1.4.6.1 Definición**

La punción seca, conocida también como estimulación manual intramuscular o punción intramuscular, es una técnica empleada por los fisioterapeutas desde el año 1980 en distintos países del mundo, que en los últimos años ha recibido un interés creciente a nivel clínico y científico (Dommerholt, 2020; Dommerholt et al., 2019; Unverzagt et al., 2015). La punción seca se utiliza para el manejo del dolor musculoesquelético y concretamente del SDM. La Asociación Americana de Fisioterapia (APTA; del inglés *American Physical Therapy Association*) define a la punción seca como “*una intervención que utiliza una aguja filiforme para penetrar en la piel y estimular puntos gatillo miofasciales, tejido muscular y conectivo para el manejo del dolor neuromusculoesquelético y las alteraciones del movimiento*” (APTA, 2013).

Por lo tanto, el objetivo de la punción seca es tratar la disfunción muscular producida por los PGM para mejorar el dolor y la función, entendiendo al PGM como una aferencia nociceptiva periférica constante, capaz de contribuir a la sensibilización central y a la alteración de patrones de movimiento presentes en pacientes con dolor. El tratamiento con punción seca reduce las aferencias nociceptivas de los PGM, modificando así su procesamiento nociceptivo a nivel del sistema nervioso central, dando como resultado una disminución del dolor (Dommerholt, 2011). Es importante diferenciar la punción “húmeda” (del inglés *wet needling*) que consiste en la inserción de una sustancia medicamentosa en el PGM mediante una aguja hipodérmica biselada cortante, de la punción seca, que es una intervención que utiliza una aguja sólida filiforme (a menudo una aguja de acupuntura) sin inyectar ningún tipo de sustancia en el PGM (Unverzagt et al., 2015).

Dado el aumento del uso de la punción seca por parte de los fisioterapeutas, es importante cuestionarse sobre su eficacia clínica y los riesgos asociados a su práctica (Unverzagt et al., 2015). En los últimos años se han publicado múltiples revisiones sistemáticas con metaanálisis que han demostrado que la punción seca es eficaz a corto plazo para mejorar el dolor y la función en pacientes con artrosis de cadera o rodilla (Jiménez del Barrio et al. 2022, Ughreja et al. 2021), fascitis plantar o dolor de talón (Llurda Almuzara et al. 2021), cefalea tensional, dolor cervicogénico o migraña (Pourahmadi et al. 2021), dolor de hombro (Navarro Santana et al. 2021, Michelle Louise Hall et al. 2018, Liu et al. 2015, Ong et al. 2014), hemiplejía (Fernández de las Peñas et al. 2021), epicondialgia lateral (Navarro Santana et al. 2021), fibromialgia (Valera Calero et al. 2022), dolor de cuello (Navarro Santana et al. 2020, Cagnie et al. 2015), dolor de rodilla (Rahou El Bachiri et al. 2020), dolor orofacial (Vier et al. 2019), dolor lumbar (2018) y dolor de cuadrante superior (Kietrys et al. 2013). En la gran mayoría de estudios citados los autores coinciden que no se han podido evidenciar mejorías a medio y largo plazo, y se recomienda mejorar la calidad metodológica de los ensayos clínicos sobre la punción seca.

Cabe destacar que la punción seca debe entenderse como un procedimiento terapéutico que se tiene que integrar dentro de un tratamiento multimodal (con otras técnicas y abordajes) con un fin determinado, pudiendo ser así más beneficioso para el paciente y con una relación coste-efectividad favorable respecto al tratamiento conservador aislado (Arias-Buría et al., 2018; Fernández-de-las-Peñas, 2021).

Es importante señalar que la eficacia de la punción seca en el tratamiento del SDM dependerá de la habilidad del fisioterapeuta a ejecutarla correctamente, así como a la correcta identificación y palpación de los PGM (Unverzagt et al., 2015). Los resultados de la punción seca también se verán influenciados según las características o el tipo de mecanismos del dolor que presente el paciente con SDM (Kohns et al., 2022). A menudo, inmediatamente tras la punción seca, se realizan tratamientos pospunción como el estiramiento o una reeducación neuromuscular para integrar los nuevos patrones musculares (Unverzagt et al., 2015).

La punción seca es una técnica utilizada para la disminución del dolor, que facilita o mejora la movilidad y la función (Unverzagt et al. 2015).

#### **1.4.6.2 Mecanismos de acción**

La eficacia de la punción seca ha sido demostrada en muchas publicaciones científicas, así como en el ámbito clínico, pero todavía no se conocen con exactitud cuáles son sus mecanismos fisiológicos. Es por ello por lo que existe una necesidad de que los estudios de investigación analicen los mecanismos subyacentes (Dommerholt & Fernandez-de-las Peñas, 2019).

A continuación, en base a la evidencia científica disponible, se explicarán los mecanismos de la punción en los diferentes niveles del organismo.

##### ***A) Efecto local***

La teoría de la hipótesis integrada sugiere que los PGM son el resultado de una disfunción en la unión neuromuscular por una acumulación anómala de acetilcolina que produce una contracción mantenida de diferentes sarcómeros, lo cual lleva a una crisis energética con una consecuente liberación de sustancias nociceptivas y una acidificación del tejido (Gerwin et al., 2004).

Se ha observado en modelos animales que la punción seca produce daño tisular a nivel muscular, axonal y en las placas motoras. Esto produce una reacción inflamatoria que persiste localmente alrededor de una semana, asociada a una activación de los

mecanismos fisiológicos de regeneración tisular, lo que lleva a la creación de nuevas uniones neuromusculares con una función normal (Domingo et al., 2013).

Recientemente en un estudio se observó que tras la aplicación de punción seca en un PGM latente del gastrocnemio medial de sujetos asintomáticos se producía una lesión localizada visible mediante resonancia magnética (Baraja-Vegas et al., 2019). La lesión de la unión neuromuscular produce una interrupción inmediata de la liberación y de la concentración local de acetilcolina, así como de los receptores de acetilcolina (Liu et al., 2017), impidiendo que se produzca la despolarización postsináptica. Esto podría explicar por un lado, la reducción o abolición de la actividad eléctrica espontánea observada en los PGM tras la punción seca y, por el otro, la disminución en el tono y la rigidez muscular por un menor reclutamiento muscular y una mejora en las propiedades mecánicas del músculo (Cagnie et al., 2013; Sánchez-Infante et al., 2021, 2022).

Algunos autores han estipulado que la mejoría observada tras la intervención de punción seca se debe a la obtención de las respuestas de espasmo local (REL) y no tanto a la lesión tisular producida por la aguja (Chen et al., 2001; Hong, 1994). Las REL son contracciones rápidas y bruscas de fibras musculares localizadas en una banda tensa, que se producen cuando las terminaciones nociceptivas localizadas cerca de un PGM son estimuladas mecánicamente de forma rápida (Chou et al., 2014). En un estudio se observó que la concentración de sustancias nociceptivas presentes en un PGM disminuía justo tras la obtención de las REL, otorgándole un efecto de lavado de sustancias a las REL, lo que justificaría la disminución del dolor (Shah et al., 2008b). Pese a estos hallazgos es difícil establecer una relación directa entre la obtención de las REL y la disminución de la concentración de sustancias nociceptivas en el PGM, ya que existen otros factores que pueden entrar en juego como el aumento del flujo sanguíneo local. La estimulación mediante punción seca produce una activación de los nociceptores de las fibras A $\delta$  y C que mediante un reflejo axónico liberan sustancias vasoactivas como la sustancia P y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina que producen un aumento del flujo sanguíneo y de la oxigenación local (Cagnie et al., 2012, 2013), lo cual bajaría la concentración de sustancias nociceptivas y aumentaría el pH local disminuyendo la nocicepción proveniente del PGM (Hsieh et al., 2012, 2014; Shah et al., 2008b). Al parecer el daño tisular producido es independiente de las REL (Baraja-Vegas et al., 2019).

Otro mecanismo por el cual se podría explicar la mejoría del flujo sanguíneo local sería mediante la modulación del sistema nervioso simpático. Dentro de las sustancias que se han encontrado en el PGM se encuentra la noradrenalina, una hormona liberada por la médula adrenal en condiciones de estrés que produce vasoconstricción y modulación de la actividad motora. Se ha demostrado que la punción seca del PGM del trapecio superior tiene una influencia sobre la actividad del sistema nervioso simpático (Abbaszadeh-Amirdehi et al., 2017; Ozden et al., 2016).

Se ha demostrado la existencia de receptores opioides que pueden jugar un papel importante en la inhibición de la nocicepción proveniente del tejido muscular y que la punción seca del PGM produce un aumento de la concentración de opioides a nivel periférico que podría inhibir los nociceptores y así disminuir las aferencias nociceptivas (Hsieh et al., 2012, 2016).

Por último, se podría especular que la técnica de punción seca múltiple, al producir daño axonal, destruye los nociceptores interrumpiendo la transmisión de la información nociceptiva hacia la médula espinal (Domingo et al., 2013).

### ***B) Efectos a nivel espinal***

Se han publicado numerosos estudios en modelos animales y humanos que confirman que la punción seca podría ejercer, al menos, una parte de sus efectos por mecanismos espinales. Algunos autores demostraron que la punción seca de un PGM del músculo supraespinoso producía un aumento del umbral dolor a la presión en el músculo infraespinoso, relacionado a nivel medular con el segmento C5, en cambio no encontraron diferencias en el umbral de dolor a la presión en el músculo glúteo medio que tiene una relación extrasegmental, lo cual demostraba que en este estudio la punción seca había logrado activar mecanismos inhibitorios espinales (Srbely et al., 2010).

Otros estudios proponen, además de las relaciones segmentales, la existencia de conexiones intramedulares que justifican en parte los efectos extrasegmentales observados con la punción seca. Se ha demostrado que, cuando la integridad de las aferencias nerviosas periféricas no estaba alterada, la actividad eléctrica espontánea del bíceps femoral de ratas se normalizaba tras la punción seca del músculo gastrocnemio

homolateral o contralateral, justificando la existencia de conexiones nerviosas en la médula espinal que actúan mediante reflejos medulares (Hsieh et al., 2011). Los mismos autores hallaron que los efectos de la punción seca se veían modificados cuando se seccionaba la médula espinal, proponiendo la existencia de mecanismos de modulación inhibitoria descendente. En el mismo sentido, se ha podido observar que la punción seca de un PGM en el extensor radial largo en sujetos con PGM activos en el trapecio superior producía efectos positivos a nivel cervical en el dolor, rango de movimiento articular y umbrales de dolor a la presión (Tsai et al., 2010).

Es posible que los efectos medulares de la punción seca se expliquen por distintos mecanismos que pueden ser sinérgicos como, por ejemplo, la disminución de la concentración de sustancia P a nivel medular (Hsieh et al., 2014) o por el mecanismo de la Teoría del Gate Control formulada por Melzack (1965), (Chou et al., 2012). La teoría del Gate Control, basándose en la velocidad de conducción de las fibras aferentes, estipula que la estimulación de las fibras mielínicas A $\beta$  produce una inhibición de la transmisión nociceptiva de las fibras A $\delta$  y C a nivel de la médula espinal por activación de interneuronas inhibitorias que se encuentran principalmente en las láminas II (sustancia gelatinosa de Rolando) y V de la médula espinal. Este mecanismo, que puede ser facilitado o inhibido por mecanismos supraespinales, se ha propuesto para justificar algunos de los mecanismos fisiológicos de la acupuntura. De hecho, se ha podido evidenciar que la punción seca de un PGM aumenta la concentración de opioides a nivel de la médula espinal, dando una base científica a esta teoría (Hsieh et al., 2011, 2016). Ahora bien, la punción seca es un tratamiento cuya estimulación mecánica del PGM mediante la técnica rápida de múltiples inserciones genera dolor, lo cual está indicando que, además de las fibras A $\beta$ , se están activando fibras nociceptivas de alto umbral. El tipo de dolor producido por la punción seca suele ser un dolor profundo, difuso y en algunos casos referido, características que se asocian principalmente al dolor producido por activación de fibras C. Se ha demostrado que la producción de dolor muscular genera una activación eficaz de la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo y, por lo tanto, de los sistemas inhibitorios descendentes de modulación del dolor (Arendt-Nielsen et al., 2008; Cagnie et al., 2013).

### ***C) Efectos a nivel supraespinal***

Los mecanismos supraespinales de la punción seca son los que menos se han estudiado, existiendo una menor literatura al respecto. Se cree que los efectos supraespinales están mediados por la activación de la sustancia gris periacuductal junto con las vías inhibitorias descendentes serotoninérgicas y noradrenérgicas que inhiben la transmisión de la información nociceptiva en la asta posterior de la médula espinal (Cagnie et al., 2013). Estos efectos serían mediados por el principio de analgesia por hiperestimulación o *pain inhibits pain*, en los cuales el estímulo doloroso producido por la punción seca por la activación de los nociceptores periféricos manda fuertes impulsos nerviosos a la médula espinal y a centros supraespinales que modulan y revierten la sensibilización central por medio de la modulación condicionada del dolor, conocida anteriormente como *Diffuse Noxious Stimuli Control*. Al parecer, cuanto más doloroso sea este estímulo más potente será la respuesta de modulación del dolor (Hsieh et al., 2011; Tsai et al., 2010). Mediante técnicas de imagen cerebral se ha observado que la aplicación de punción seca combinada con estimulación eléctrica se correlaciona con una mayor activación de la sustancia gris periacuductal del mesencéfalo (Niddam et al., 2007).

#### **1.4.6.3 Riesgos y efectos adversos de la punción seca**

La punción seca utilizada por fisioterapeutas experimentados y con una formación sólida se puede considerar una técnica eficaz, con muy pocos efectos adversos importantes. Los efectos secundarios graves son muy raros y a menudo se atribuyen a alguna negligencia por parte del profesional (Boyce et al., 2020; Brady et al., 2014; Fernández-de-las-Peñas et al., 2020; Unverzagt et al., 2015). Dado su carácter invasivo o semi-invasivo, cada tratamiento mediante técnicas de punción seca debe ser sometido a la relación riesgo-beneficio.

Para una aplicación correcta y segura de las técnicas de punción seca es necesario un conocimiento profundo de la anatomía humana y del estado de salud del paciente, con el objetivo de minimizar el riesgo y la gravedad de los efectos adversos. Se aconseja no utilizar la técnica de punción seca en zonas anatómicas sin un previo entrenamiento y extremar las precauciones y prestar atención a las regiones cervical y torácica (Fernández-de-las-Peñas et al., 2020; Halle & Halle, 2016; Vulfsons et al., 2012). En el tratamiento



de la región torácica, dada la importancia de estructuras profundas o la proximidad de paquetes vasculonerviosos, los riesgos podrían ser minimizados con el uso de una guía ecográfica (Cushman et al., 2021; Fernández-de-las-Peñas et al., 2020; Ferrer-Peña et al., 2019).

Se han realizado pocos estudios científicos sobre la incidencia de los efectos adversos asociados a la punción seca. De hecho, la mayoría de la información actual se ha obtenido de estudios de acupuntura.

En un estudio sobre los efectos secundarios asociados a los tratamientos de punción seca realizados por fisioterapeutas se observó que, de los 7.629 tratamientos estudiados, se señaló algún efecto adverso en un 19,18 % (1463) de ellos (Brady et al., 2014). La mayoría de los efectos secundarios fueron mínimos y se podían agrupar en sangrado, hematoma y dolor durante el tratamiento. Podría considerarse que estos efectos secundarios son normales, dado que la punción seca es una técnica que produce microtraumatismo local (Baraja-Vegas et al., 2019; Domingo et al., 2013) que puede justificar sus efectos terapéuticos.

En un estudio más reciente y con una muestra mayor de tratamientos realizados con punción seca (n=20.464) se pudo apreciar que hubo un 36,7 % de efectos adversos asociados a la punción y, además, los autores coincidieron con el estudio precedente en que los efectos adversos más frecuentes son menores y se asocian a sangrado, hematoma y dolor durante y después del tratamiento. En cuanto a los efectos secundarios mayores, fueron mínimos (0,1 %) siendo los más frecuentes el aumento del dolor, el desmayo y el olvido de las agujas. Pese a que solo en un 1 % de los tratamientos hubo alguna respuesta vasovagal, los fisioterapeutas tienen que ser conscientes y estar preparados para responder ante este tipo de situaciones (Boyce et al., 2020).

Ambos estudios estuvieron de acuerdo que la terminología de “efecto adverso” puede llevar a confusión dada su interpretación subjetiva por el paciente. Se podría no considerar efecto adverso a aquellos efectos secundarios que no son graves, son transitorios y no alteran la función del paciente, siempre y cuando se tomen en consideración (Boyce et al., 2020; Brady et al., 2014).

Es muy importante resaltar, en base a los datos disponibles, que la estimación de la significación del riesgo de los efectos adversos asociados a la punción seca es mucho

menor ( $\leq 0,04$  %) en comparación a los riesgos relacionados a la medicación para el dolor como es la aspirina, el ibuprofeno o el paracetamol (13,7 - 18,7 %), que es utilizada comúnmente por la población (Boyce et al., 2020; Brady et al., 2014).

### ***A) Dolor pospunción***

En los dos estudios citados anteriormente, el dolor pospunción apareció en la cuarta posición. En algunos casos puede tener una incidencia del 50-100 % (Martín-Pintado Zugasti et al., 2014; Martín-Pintado-Zugasti et al., 2016, 2018). El dolor pospunción es un efecto adverso debido al microtraumatismo producido por la punción seca profunda. Se asocia con el número de inserciones realizadas, el número de respuestas de espasmo local y el dolor durante el tratamiento. Su importancia radica en que se puede correlacionar negativamente con la satisfacción del paciente y la adherencia al tratamiento (Diciolla et al., 2021; Martín-Pintado Zugasti et al., 2014; Martín-Pintado-Zugasti et al., 2016, 2018).

El dolor pospunción se resuelve de manera espontánea durante las primeras 72 horas, aunque existen distintos tratamientos que pueden acelerar su resolución y, sobre todo, disminuir el dolor justo después de la sesión, que es el momento donde el paciente refiere grados de dolor pospunción más importantes: presión isquémica o inhibitoria (Martín-Pintado-Zugasti et al., 2015), spray estiramiento (Martín-Pintado Zugasti et al., 2014), electropunción (León-Hernández et al., 2016) y ejercicio (Diciolla et al., 2021; Salom-Moreno et al., 2017). Es importante informar al paciente de la ocurrencia de este efecto secundario y de valorar su impacto en la función y en las actividades de los pacientes (APTA 2012).

Pese a que podemos intuir por los estudios publicados y por la experiencia clínica que ciertos efectos adversos podrían ser considerados “normales” y asociados a la práctica de la punción seca, es muy importante que los fisioterapeutas conozcan todos los riesgos de esta intervención e informen al paciente de la posibilidad de efectos adversos tras el tratamiento para poder obtener el consentimiento para realizar la intervención. Los fisioterapeutas han de estar preparados para poder gestionar cualquier tipo de situación relacionada con algún efecto adverso del tratamiento mediante la punción seca.

## ***B) Neumotórax***

Se han descrito en la literatura algunos casos de neumotórax tras el tratamiento con punción seca (Cummings et al., 2014; N. Patel et al., 2019; Uzar et al., 2018). Las regiones con más riesgos para esta complicación son la zona torácica, la paravertebral, la escapular, la infraclavicular y la cervical (Halle & Halle, 2016; Uzar et al., 2018). La técnica que a menudo se utiliza para tratar músculos de la región torácica, por ejemplo, el músculo iliocostal, se le llama “*blocking technique*” y consiste en hacer la punción sobre la costilla donde se encuentra el PGM, tras previamente haber cubierto con los dedos de la otra mano, el espacio intercostal superior e inferior a la costilla sobre la que se realizará punción (Cummings et al., 2014; Halle & Halle, 2016). Recientemente se ha demostrado mediante ecografía que la palpación de las costillas por parte de fisioterapeutas experimentados tiene una precisión y fiabilidad limitadas. Además, vieron que la profundidad media a la cual se encontraba la pleura era de 0.8 cm, aunque puede variar en función de los sujetos. Se ha observado que las características antropométricas, el sexo y el movimiento respiratorio pueden explicar en gran medida la variabilidad que puede haber en la profundidad de la pleura (Cushman et al., 2021). Además, las medidas de la profundidad de la piel a la costilla mediante ecografía tienen una excelente fiabilidad (Folli et al., 2020).

Estos hallazgos deben alertar a los fisioterapeutas que realizan abordajes con punción seca en esta región y a tomar medidas de seguridad suplementarias. De hecho, desaconsejan el uso de la técnica del bloqueo de los espacios intercostales y recomiendan el uso de ecografía (Cushman et al., 2021). Además, es muy importante utilizar un tamaño de aguja apropiado a esta zona, en el neumotórax descrito por Cummings et al (2014), el clínico que lo produjo utilizó una aguja de 0.30x50mm, una longitud que no es para nada apropiada para el tratamiento del músculo iliocostal a nivel torácico (Cummings et al., 2014).

## ***C) Canal medular***

Los tratamientos cercanos a la columna vertebral también necesitan una atención suplementaria. Se han documentado dos casos de hematoma epidural tras la realización de punción seca de los multífidos cervicales. En el primer caso, la persona refirió rigidez en la columna acompañada de dolor quemante a lo largo de la misma y estado mental

alterado. La resonancia magnética confirmó el hematoma epidural con un componente anterior y posterior que se extendía de C2 hasta C3. El hematoma remitió al cabo de un mes pero la paciente siguió con dolor quemante durante 2 meses (Berrigan et al., 2019). En cambio, en el otro caso, la persona se presentó con déficit nervioso en los cuatro miembros y tuvo que ser sometida a una laminectomía para descomprimir la médula espinal y a una posterior artrodesis quirúrgica. La sintomatología remitió al cabo de ocho semanas (J. H. Lee et al., 2011). En la validación de la punción seca de los multífidos realizada en sujeto vivo y en cadáver, se confirmó que, si la maniobra de punción seca se realizaba correctamente, el riesgo de efectos secundarios era mínimo. Pese a ello, los autores de estos estudios aconsejan a los clínicos no pinchar en dirección medial para evitar entrar en el canal vertebral, aplicar un componente de inclinación caudal y evitar la punción lateral a la vertebra para evitar las raíces cervicales. (Fernández-de-las-Peñas et al., 2017).

En otros estudios en cadáver, se confirmó que tanto el abordaje con la aguja utilizando una dirección posteromedial, como una dirección inferomedial eran recomendados para tratar los multífidos lumbares con un mínimo riesgo de entrar en el canal vertebral (Hannah et al., 2016). En cambio, para la región suboccipital, el ángulo craneomedial parece presentar menos riesgo que el caudomedial para entrar en el canal vertebral o pinchar en nervio occipital mayor (Fernández-de-las-Peñas et al., 2017; Kearns et al., 2022). Otros autores observaron que la punción seca a nivel de L1 más allá de 2,5cm lateral a la apófisis espinosa podría presentar un riesgo para la punción del riñón (Mansfield et al., 2020).

Se ha podido apreciar, que, en este tipo de tratamientos, los clínicos con más experiencia tienen una precisión que puede llegar a ser 10 veces mayor respecto a aquellos con menos experiencia (Kearns et al., 2022). Aun así, no hay que tomar la experiencia como un factor absoluto para reducir los riesgos de la punción seca, ya que los abordajes basados en referencias anatómicas palpatorias, independientemente de la experiencia, son menos precisos y presentan más riesgos que los tratamientos ecoguiados (Kreisler et al., 2021).

La zona cervical presenta una rica vascularización, por lo que será necesario tener en cuenta que la técnica de múltiples inserciones en esta zona puede presentar mayor riesgo de producir sangrado alrededor o en el canal vertebral. Es por ello que los

fisioterapeutas deberán tener en cuenta la dirección de la aguja, utilizar ecógrafo si es posible, conocer si el paciente toma anticoagulantes y aplicar presión hemostásica tras los tratamientos (Muñoz et al., 2022).

#### ***D) Lesión nerviosa***

Se han publicado dos casos de lesión nerviosa por tratamiento con punción seca. En el primer caso, una mujer de 27 años que fue tratada con punción seca a nivel del brazo presentó una parálisis de la mano justo después del tratamiento. Los estudios de conducción nerviosa confirmaron una lesión por neuropraxia del nervio radial a nivel del canal de torsión del húmero. Durante el seguimiento realizado la paciente no presentó mejoría (McManus & Cleary, 2018). Es importante recalcar que, durante el tratamiento de punción seca realizado, la paciente refirió espasmos a nivel de la mano. Esta situación debería haber alertado al fisioterapeuta, ya que las REL, como su nombre indica, son respuestas localizadas y de unos fascículos musculares. En este caso, al parecer, los espasmos se correspondían con musculatura alejada de la zona de punción, algo que no es lo habitual y que, probablemente, indicaba que se estaban pinchando axones motores de la musculatura epicondílea.

Se ha descrito un caso en la literatura de un sujeto con dolor de talón en el cual se pinchó accidentalmente el nervio tibial, dejando parestesias en el pie y que remitió al cabo de 6 semanas (Harper, 2012). Estos casos nos indican que, pese a que las agujas de punción seca tienen un calibre muy fino, es posible producir lesiones en los nervios y alterar la conducción nerviosa. Una vez más, es muy importante el conocimiento anatómico profundo de la zona que se va a tratar y conocer las sensaciones que el paciente refiere y, al igual que ocurría a nivel de la caja torácica, es importante escoger el tamaño de la aguja acorde a la zona que se va a tratar y a la antropometría del paciente (Ferrer-Peña et al., 2019).

Es necesario terminar este apartado recordando que, pese a que la punción seca parece ser una técnica segura cuando se aplica correctamente, no se debe ignorar el riesgo de complicaciones graves asociadas a la misma (Fernández-de-las-Peñas et al., 2020).

## 1.5 Revisión sistemática y metaanálisis

Las revisiones sistemáticas (RS) y los metaanálisis (MA) son métodos de investigación que presentan una cierta relevancia en el panorama científico actual, debido a su rigor metodológico y su capacidad para sintetizar amplias cantidades de información científica (Higgins & Green, 2011). Sin embargo, estos procedimientos no se limitan a una simple acumulación de datos científicos, sino que proporcionan un enfoque estructurado y metódico para evaluar cualitativa y cuantitativamente la literatura existente sobre un tema específico. Dicha capacidad de síntesis y evaluación otorga a las RS y MA una importancia significativa, especialmente en la consolidación de la validez y fiabilidad de las conclusiones provenientes de estudios individuales (Moher et al., 2009).

Mediante esta metodología de análisis, las RS y los MA proporcionan una perspectiva amplia y holística de un tema determinado. Además, son especialmente útiles para identificar áreas de incertidumbre y potenciales vacíos en la literatura, destacando posibles caminos para futuros estudios (Sutton et al., 2001).

En el ámbito académico y científico, las RS y los MA ocupan una posición de prestigio y se consideran el ápice en la jerarquía de evidencia debido a su enfoque exhaustivo y crítico (Higgins et al., 2019). Este reconocimiento se basa en su habilidad para ofrecer una evaluación comprensiva y objetiva de la información, reduciendo la posibilidad de sesgos que puedan distorsionar las conclusiones (Page et al., 2014).

En el contexto clínico, las RS y MA desempeñan un papel crucial en el paradigma de la Práctica Clínica Basada en la Evidencia, sirviendo como base para decisiones informadas (Sackett et al., 1996). Estas metodologías proporcionan a los profesionales de la salud una base de evidencia robusta, permitiéndoles tomar decisiones clínicas óptimas y mejorar la atención al paciente (Guyatt et al., 2008).

Por lo tanto, las RS y los MA representan herramientas insustituibles en el repertorio de investigadores y profesionales de la salud, sirviendo como cimientos para la creación de conocimiento científico confiable y para la toma de decisiones fundamentadas en la Práctica Clínica Basada en la Evidencia.

### 1.5.1 Concepto y definición

Las RS y los MA son catalogados como investigación secundaria, dada su naturaleza de reevaluar y sintetizar información previamente establecida (Borenstein et al., 2009; Higgins et al., 2019).

Aunque exista una estrecha relación entre ambos conceptos, es importante diferenciar las RS de los MA. Mientras que las RS enfatizan en el aspecto cualitativo de los estudios, los MA se dirigen hacia la síntesis cuantitativa de hallazgos científicos. Por tanto, todos los MA representan un tipo especial de RS que incorpora un análisis cuantitativo, pero no todas las RS pueden catalogarse como MA, ya que la síntesis cuantitativa sólo se materializa cuando se pueden combinar los resultados de las variables de los estudios (Liberati et al., 2009).

Desde un punto de vista metodológico, los MA siguen una estructura rigurosa que se asemeja al desarrollo de una investigación primaria convencional. Este proceso comprende etapas como la formulación de una pregunta de investigación precisa, una búsqueda exhaustiva y sistemática de artículos relevantes, la selección rigurosa de estudios basada en criterios explícitos, la evaluación de la calidad de los estudios originales, la combinación de datos para derivar medidas de resultado cuantitativas y su interpretación adecuada, con el objetivo último de consolidar y traducir el conocimiento para su aplicación clínica y guiar futuras líneas de investigación (Borenstein et al., 2009). Las RS carecen de este rigor metodológico, dependiendo más de las opiniones y perspectivas del autor (Grant & Booth, 2009).

Tal y como se puede apreciar, los MA ofrecen distintas ventajas (Borenstein et al., 2009; Higgins et al., 2019):

- Aportan una mayor generalización de los resultados ya que incorporan muestras amplias y de distintas poblaciones.
- Incrementan el poder estadístico al trabajar con muestras más grandes que los estudios individuales.
- Proporcionan estimaciones de efecto más precisas.

No obstante, los MA también presentan ciertas limitaciones (Thompson, 2002):

- Posibles sesgos que pueden influir en los resultados finales y su interpretación, como los de localización e inclusión.

- La validez de los resultados depende de la calidad de los estudios seleccionados.
- Cuando existe una alta heterogeneidad entre los estudios analizados, la interpretación de los resultados puede volverse compleja.

### **1.5.2 Etapas de una Revisión Sistemática**

De manera concisa, las etapas metodológicas que comprenden una RS abarcan desde la formulación de una pregunta de investigación, pasando por la identificación y selección de estudios, hasta el análisis e interpretación de los resultados (Higgins et al., 2019):

#### **A) Definición de la pregunta de investigación**

Un componente esencial en el inicio de una RS es la formulación de una pregunta de investigación adecuada (Liberati et al., 2009). Esta debe ser formulada de manera clara y estructurada, utilizando comúnmente el formato PICO, que se refiere a Población, Intervención, Comparación y Resultados (Richardson et al., 1995). La elección del tipo de diseño de estudio que se incluirán dependerá de la naturaleza intrínseca de la pregunta de investigación y puede variar desde Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECA) hasta estudios observacionales (Guyatt et al., 2008).

#### **B) Localización y selección de los estudios relevantes**

Esta etapa consta de varias fases:

##### ***Identificación de artículos potenciales***

En esta fase es imperativo recopilar un amplio conjunto de estudios primarios relevantes. Existe la amenaza del sesgo de publicación, que puede distorsionar las conclusiones de la revisión. Para evaluar la presencia de este posible sesgo, se utilizan enfoques gráficos y estadísticos como el diagrama en embudo (*funnel plot*), en donde la simetría en el gráfico indica la posible ausencia de sesgo de publicación. Además, para garantizar una búsqueda exhaustiva, no se deben omitir fuentes de literatura gris y se



recomienda consultar el registro CENTRAL de la Colaboración Cochrane (Moher et al., 2009; Sterne et al., 2011).

### ***Selección de artículos potenciales***

A partir de los registros identificados, se procede a una selección inicial meticulosa de posibles artículos elegibles basada en títulos y resúmenes. Es prudente que esta selección sea realizada por dos revisores de manera independiente para optimizar la fiabilidad del proceso. De hecho, para medir la concordancia entre revisores puede utilizar el coeficiente kappa (Higgins et al., 2019; McHugh, 2012). Es esencial señalar todo el proceso de localización y selección de estudios, incluyendo un diagrama de flujo que muestre los artículos identificados, los excluidos y las razones para su exclusión.

### **C) Extracción de datos de los estudios primarios**

Un adecuado proceso de extracción de datos es crucial y puede beneficiarse de ser realizada por duplicado. La valoración de la calidad metodológica puede emplear diversas herramientas, como la escala de JADAD o el sistema GRADE (Guyatt et al., 2008; Higgins et al., 2019). Generalmente la hoja de extracción de datos suele abarcar:

- Información sobre los pacientes, intervención de interés, intervención control y diseño de estudio;
- Información sobre los resultados.
- Información sobre la calidad metodológica del estudio.

### **D) Análisis y presentación de los resultados**

Los MA sintetizan los resultados de estudios similares en relación con una intervención específica y con variables de resultado comunes. Este análisis no es un simple promedio aritmético sino una media ponderada basada en el tamaño muestral de cada estudio. La heterogeneidad, que se mide estadísticamente, indica la variación entre estudios (Borenstein et al., 2010).

## E) Interpretación y discusión de los resultados

La interpretación de una RS es un proceso fundamental y que aporta información relevante a los lectores en el cual se toman en cuenta los siguientes puntos (Borenstein et al., 2009; Guyatt et al., 2008; Higgins et al., 2019; Page et al., 2014; Sackett et al., 1996; Sutton et al., 2001):

- **Aborda Limitaciones:** Reflexiona sobre las restricciones tanto de la RS como de los estudios individuales, identificando posibles deficiencias metodológicas.
- **Evalúa Sesgos:** Identifica y analiza posibles sesgos, ya sean de selección, publicación o diseño, que puedan influir en las conclusiones.
- **Considera la Coherencia:** Examina la alineación entre los resultados de estudios individuales y la RS, destacando las discrepancias.
- **Pondera la Aplicabilidad:** Reflexiona sobre la relevancia y transferibilidad de los hallazgos a contextos clínicos específicos.
- **Sugiere Investigaciones Futuras:** Propone direcciones para investigaciones subsiguientes basadas en las áreas de incertidumbre detectadas.
- Este proceso garantiza que la evidencia se presente de manera integral y críticamente reflexiva, conectando investigación con aplicabilidad práctica.

Las RS representan instrumentos esenciales para consolidar el conocimiento científico, pero requieren un rigor metodológico constante (Higgins & Green, 2011). Aunque las RS aportan información para la toma de decisiones basada en la evidencia, la decisión final respecto a un paciente específico corresponde siempre al profesional clínico. En última instancia, las RS no reemplazan la experiencia y juicio clínico, sino que complementan y respaldan las decisiones médicas con evidencia científica sólida y sistemática.



## II. JUSTIFICACIÓN



## 2 JUSTIFICACIÓN

La prevalencia del dolor de rodilla es alta en todo el mundo y puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes. A pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas en este campo, la gestión del dolor de rodilla sigue siendo un desafío. Se han utilizado varias modalidades de tratamiento, pero aún no se ha establecido un tratamiento óptimo para el dolor de rodilla. La terapia de puntos gatillo es una técnica ampliamente utilizada para el manejo del dolor musculoesquelético, incluido el dolor de rodilla. Sin embargo, la efectividad de la punción seca para el tratamiento del dolor de rodilla ha sido objeto de debate y controversia en la literatura. A pesar de los numerosos ensayos clínicos aleatorizados y las RS previas que han evaluado la efectividad de la punción seca en el dolor de rodilla, todavía no se ha llevado a cabo un MA que compare específicamente los efectos de la punción seca con placebo, control, otras intervenciones de fisioterapia e infiltración de fármacos en el manejo del dolor de rodilla.

Además, aunque algunas guías de práctica clínica han recomendado la terapia de PGM para el tratamiento del dolor de rodilla, otras guías no la incluyen como una opción de tratamiento para el dolor de rodilla. Por lo tanto, es importante llevar a cabo una RS y MA actualizados que evalúen la efectividad de la punción seca en el manejo del dolor de rodilla. Este MA puede ayudar a dilucidar aún más la efectividad de la punción seca para el tratamiento del dolor de rodilla y proporcionar información importante para los profesionales de la salud en la toma de decisiones clínicas.

En resumen, la presente RS y MA evalúa la efectividad de la punción seca para el tratamiento del dolor de rodilla y compararla con placebo, control, otras intervenciones de fisioterapia e infiltración de fármacos. Los resultados de este MA pueden proporcionar información valiosa para la práctica clínica y ayudar a mejorar la gestión del dolor de rodilla en todo el mundo.



## III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS





## **3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **3.1 Hipótesis**

La aplicación de la punción seca de PGM de forma aislada o combinada con otras técnicas es eficaz en el tratamiento del dolor y la discapacidad asociada en pacientes con dolor de rodilla.

### **3.2 Objetivos**

#### **1.1. Objetivo general**

Evaluar mediante un metaanálisis la efectividad de la aplicación de punción seca de forma aislada o combinada con otras técnicas en pacientes con PGM y dolor de rodilla.

#### **1.2. Objetivos específicos**

Determinar la efectividad de la aplicación de la punción seca de forma aislada o combinada con otras técnicas en pacientes con PGM y dolor de rodilla sobre la intensidad del dolor y la discapacidad asociada.

Determinar la eficacia de la punción seca en distintos tipos de dolor de rodilla.

Analizar los efectos adversos y la seguridad de la aplicación de la punción seca en pacientes con PGM y dolor de rodilla.

Evaluar la calidad metodológica de los ensayos clínicos que investigan la eficacia de la punción seca en el tratamiento del dolor de rodilla.



## **IV. METODOLOGÍA**



## 4 METODOLOGÍA

### 4.1 Guía PRISMA

La guía PRISMA (Elementos de Informes Preferidos para los Protocolos de Revisión Sistemática y Metaanálisis; del inglés *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) representa uno de los avances más notables en la estandarización de reportes en la investigación biomédica. Surgida como una respuesta a la creciente necesidad de transparencia y coherencia en la presentación de RS y MA, la guía PRISMA establece pautas meticulosas que garantizan una estructura consistente y reproducible (Moher et al., 2009). Al consolidarse como un estándar internacional, su adopción por parte de investigadores y revistas de alto impacto ha sido crucial para mejorar la integridad y calidad de la literatura científica en este dominio.

El conjunto de 27 ítems (Tabla 1) que ofrece PRISMA abarca desde la justificación de la revisión hasta la interpretación de los resultados (Shamseer et al., 2015). La intención detrás de este conjunto es doble: por un lado, proporcionar a los autores un marco que les garantice que sus trabajos sean exhaustivos y, por otro, dotar a los revisores y editores de un instrumento que facilite la evaluación crítica de los manuscritos que se les presenten para su consideración de publicación.

Más allá de estos ítems, PRISMA también proporciona listas de comprobación que, al servir como herramienta auxiliar, garantizan que las revisiones sistemáticas y los metaanálisis sean completos y que no omitan información relevante, fortaleciendo así la confiabilidad y validez de los hallazgos (Page et al., 2021).

Una de las aportaciones más visuales y fácilmente reconocibles de la guía PRISMA es su diagrama de flujo, el cual traza de forma esquemática todo el proceso de selección de estudios (Figura 9). Al detallar las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, este diagrama brinda a los lectores una imagen clara del camino seguido para llegar a los estudios incluidos, lo que incrementa la confianza en la rigurosidad del proceso y facilita la replicación del mismo por otros investigadores (Liberati et al., 2009).

Tabla 1. **Lista de comprobación de los ítems a incluir cuando se publica una revisión sistemática o un metaanálisis. Adaptado de (Shamseer et al., 2015).**

Sección/tema	#	Ítem
<b>TÍTULO</b>		
<b>Título</b>	<b>1</b>	Identificar la publicación como RS, MA o ambos.
<b>RESUMEN</b>		
<b>Resumen estructurado</b>	<b>2</b>	Facilitar un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuente de los datos; criterios de elegibilidad de los estudios, participantes e intervenciones; evaluación de los estudios y métodos de síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos principales; número de registro de la revisión sistemática.
<b>INTRODUCCIÓN</b>		
<b>Justificación</b>	<b>3</b>	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce sobre el tema.
<b>Objetivos</b>	<b>4</b>	Plantear de forma explícita las preguntas que se desea contestar en relación con los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño de los estudios (PICOS).
<b>MÉTODOS</b>		
<b>Protocolo y registro</b>	<b>5</b>	Indicar si existe un protocolo de revisión al se pueda acceder (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, la información sobre el registro, incluyendo su número de registro.
<b>Criterios de elegibilidad</b>	<b>6</b>	Especificar las características de los estudios (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y de las características (por ejemplo, años abarcados, idiomas o estatus de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad y su justificación.

<b>Fuentes de información</b>	<b>7</b>	Describir todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos y períodos de búsqueda, contacto con los autores para identificar estudios adicionales, etc.) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda realizada.
<b>Búsqueda</b>	<b>8</b>	Presentar la estrategia completa de búsqueda electrónica en, al menos, una base de datos, incluyendo los límites utilizados de tal forma que pueda ser reproducible.
<b>Selección de los estudios</b>	<b>9</b>	Especificar el proceso de selección de los estudios (por ejemplo, el cribado y la elegibilidad incluidos en la revisión sistemática y, cuando sea pertinente, incluidos en el metaanálisis).
<b>Proceso de recopilación de datos</b>	<b>10</b>	Describir los métodos para la extracción de datos de las publicaciones (por ejemplo, formularios dirigidos, por duplicado y de forma independiente) y cualquier proceso para obtener y confirmar datos por parte de los investigadores.
<b>Lista de datos</b>	<b>11</b>	Listar y definir todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS fuente de financiación) y cualquier asunción y simplificación que se hayan hecho.
<b>Riesgo de sesgo en los estudios individuales</b>	<b>12</b>	Describir los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo en los estudios individuales (especificar si se realizó al nivel de los estudios o de los resultados) y cómo esta información se ha utilizado en la síntesis de datos.
<b>Medidas de resumen</b>	<b>13</b>	Especificar las principales medidas de resumen (por ejemplo, razón de riesgos o diferencia de medias).
<b>Síntesis de resultados</b>	<b>14</b>	Describir los métodos para manejar los datos y combinar resultados de los estudios, si se hiciera, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.
<b>Riesgo de sesgo entre los estudios</b>	<b>15</b>	Especificar cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación o comunicación selectiva).
<b>Análisis adicionales</b>	<b>16</b>	Describir los métodos adicionales de análisis (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, meta-regresión), si se hiciera, indicar cuáles fueron preespecificados.



## RESULTADOS

<b>Selección de estudios</b>	<b>17</b>	Facilitar el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, y detallar las razones para su exclusión en cada etapa, idealmente mediante un diagrama de flujo.
<b>Características de los estudios</b>	<b>18</b>	Para cada estudio presentar las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño, PICOS y duración del seguimiento) y proporcionar las citas bibliográficas.
<b>Riesgo de sesgo en los estudios</b>	<b>19</b>	Presentar datos sobre el riesgo de sesgo en cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del sesgo en los resultados (ver ítem 12).
<b>Resultados de los estudios individuales</b>	<b>20</b>	Para cada resultado considerado para cada estudio (beneficios o daños), presentar: a) el dato resumen para cada grupo de intervención y b) la estimación del efecto con su intervalo de confianza, idealmente de forma gráfica mediante un diagrama de bosque
<b>Síntesis de los resultados</b>	<b>21</b>	Presentar resultados de todos los metaanálisis realizados, incluyendo los intervalos de confianza y las medidas de consistencia.
<b>Riesgo de sesgo entre los estudios</b>	<b>22</b>	Presentar los resultados de cualquier evaluación del riesgo de sesgo entre los estudios (ver ítem 15).
<b>Análisis adicionales</b>	<b>23</b>	Facilitar los resultados de cualquier análisis adicional, en el caso de que se hayan realizado (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, meta-regresión [ver ítem 16])

## DISCUSIÓN

<b>Resumen de la evidencia</b>	<b>24</b>	Resumir los hallazgos principales, incluyendo la fortaleza de las evidencias para cada resultado principal; considerar su relevancia para grupos clave (por ejemplo, proveedores de cuidados, usuarios y decisores en salud).
<b>Limitaciones</b>	<b>25</b>	Discutir las limitaciones de los estudios y de los resultados (por ejemplo, riesgo de sesgo) y de la revisión (por ejemplo,

		obtención incompleta de los estudios identificados o comunicación selectiva).
<b>Conclusiones</b>	<b>26</b>	Proporcionar una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias, así como las implicaciones para la futura investigación.

## FINANCIACIÓN

<b>Financiación</b>	<b>27</b>	Describir las fuentes de financiación de la revisión sistemática y otro tipo de apoyos (por ejemplo, aporte de los datos), así como el rol de los financiadores en la revisión sistemática.
---------------------	-----------	---

Previamente a la realización de la RS y de acuerdo a los estándares PRISMA, se procedió a su inscripción en el registro internacional de Open Science Framework (OSF). El enlace de registro de OSF es: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/3FDVN>.

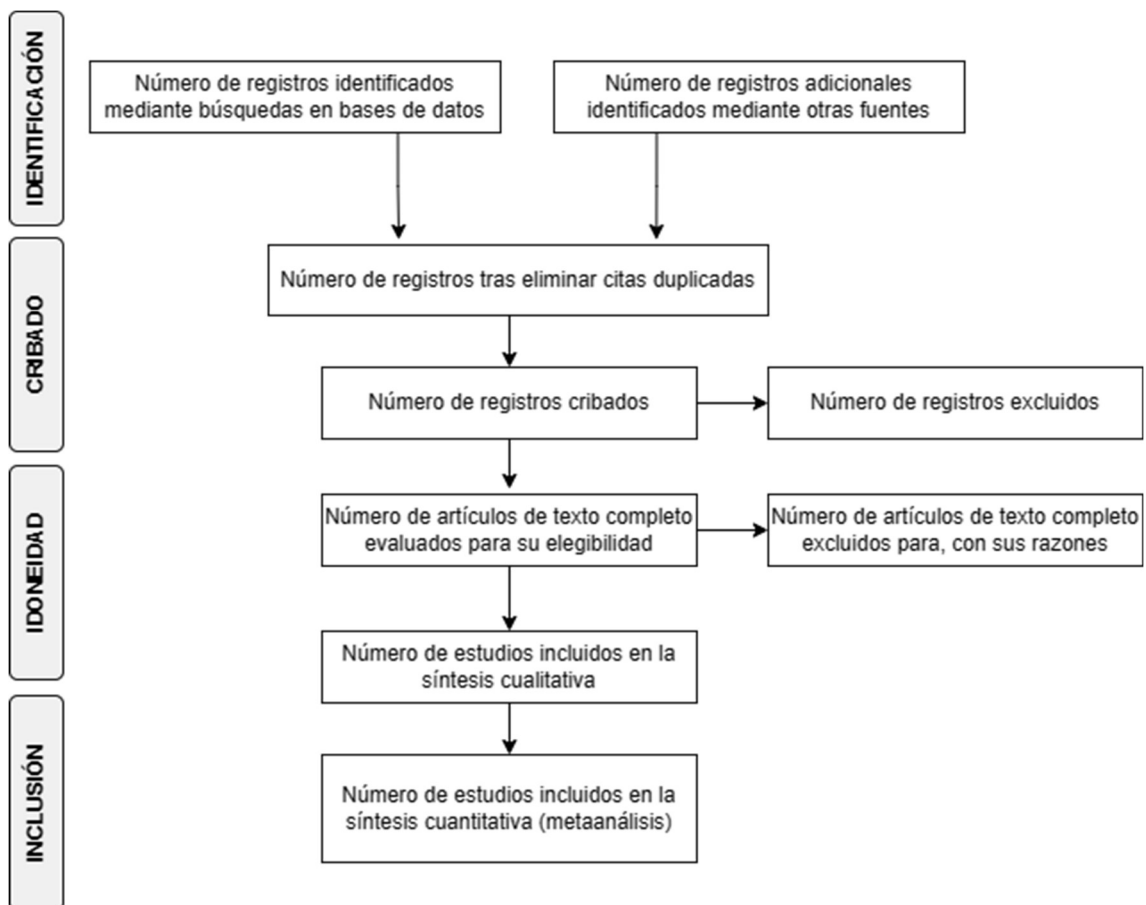


Figura 9. Flujo de información a través de las diferentes fases de una RS. Traducido de Moher et al., (2009).

## 4.2 Búsqueda sistemática de la literatura

Para garantizar una investigación exhaustiva y coherente, se procedió a realizar búsquedas sistemáticas en diversas bases de datos de ámbito médico y científico. Las bases de datos consultadas fueron: MEDLINE, CINAHL, PubMed, PEDro, Cochrane Library, SCOPUS y Web of Science. La temporalidad de las búsquedas abarcó desde los registros iniciales disponibles en dichas bases hasta el 20 de abril de 2020.

Es preciso señalar que, en las plataformas donde la interfaz lo permitía, se aplicaron criterios restrictivos para afinar la búsqueda. Para ello, se limitó la investigación a ensayos clínicos aleatorizados (ECA) dada su relevancia y robustez clínica e investigadora. Adicionalmente, para maximizar la identificación de estudios pertinentes, se realizaron revisiones manuales de las listas de referencias bibliográficas de los artículos previamente identificados en las bases de datos.

Para esta investigación se contó con la colaboración de un bibliotecario especializado en Ciencias de la Salud. Su experiencia y habilidades específicas garantizaron la rigurosidad y precisión de la estrategia de búsqueda implementada.

La estructura metodológica utilizada el proceso de búsqueda y selección se basó en la estrategia PICO (por sus siglas en inglés: Population, Intervention, Comparison, Outcome), que se detalla continuación:

- **Población:** Se centró en adultos con una edad igual o superior a 18 años que presentaran dolor de rodilla atribuido a causas musculoesqueléticas.
- **Intervención:** Se consideraron estudios que investigaran cualquier modalidad de punción seca, ya fuera muscular o tendinosa. Cabe destacar que se excluyeron investigaciones que se centraran en tratamientos de acupuntura.
- **Comparación:** Las modalidades comparativas contempladas incluyeron grupos que recibieron placebo, punción seca simulada o aquellos que no recibieron ninguna intervención.
- **Resultados:** Las variables primarias de interés en esta investigación se centraron en el dolor y/o la discapacidad asociada al mismo.

Para ofrecer una visión detallada y transparente de la metodología de búsqueda empleada en cada base de datos, se ha sintetizado la información en la Tabla 2.

Tabla 2. Estrategia de búsqueda

**PUBMED**

**#1 "Patellofemoral Pain Syndrome"(MeSH Terms) OR "Chondromalacia Patellae"(MeSH Terms) OR "Osteoarthritis, Knee"(MeSH Terms) OR "Knee Osteoarthritis" OR "Arthroplasty, Replacement, Knee"(MeSH Terms) OR "Knee Arthroplasty" OR "Knee Prosthesis"(MeSH Terms) OR "Knee Injuries"(MeSH Terms) OR "Anterior Cruciate Ligament Injuries"(MeSH Terms) OR "ACL Injury" OR "Medial Collateral Ligament Knee Injury" OR "Knee Joint Injury" OR "Knee Dislocation"(MeSH Terms) OR "Meniscectomy"(MeSH Terms) OR "Meniscus Injury" OR "Tibial Meniscus Injuries"(MeSH Terms) OR "Meniscus Tear" OR "Bucket Handle Tear" OR "Flap Tear" OR "Patellar Tendinopathy" OR "Patellar Tendonitis" OR "Patellar Tendinosis" OR "Jumper Knee"**

**#2 "Dry Needling"(Mesh) OR "Intramuscular Stimulation" (Title/Abstract) OR "Muscular Needling" (Title/Abstract)**

**#3 #1 AND #2**

**CINAHL/Medline Search Formula (EBSCO)/WOS Search Formula**

**("Patellofemoral Pain Syndrome" OR "Chondromalacia Patellae" OR "Knee Osteoarthritis" OR "Knee Arthritis" OR "Knee Arthroplasty" OR "Knee Prosthesis" OR "Knee Injury" OR "Anterior Cruciate Ligament Injury" OR**

---

**"ACL Injury" OR "Medial Collateral Ligament Knee Injury" OR "Knee Dislocation"  
OR "Meniscectomy" OR  
"Meniscus Injury" OR "Tibial Meniscus Injuries" OR "Meniscus Tear" OR "Bucket  
Handle Tear" OR "Flap Tear"  
OR "Patellar Tendinopathy" OR "Patellar Tendonitis" OR "Patellar Tendinosis" OR  
"Jumper Knee") AND ("Dry  
Needling" OR "Muscular Needling" OR "Intramuscular stimulation") NOT  
"Acupuncture"**

### **PEDro**

**Abstract & Title: Knee Pain, Patellofemoral Pain, Knee Osteoarthritis**

**Therapy: Dry Needling**

**Body part: Lower Leg or Knee**

**Method: Clinical trial**

**When Searching: AND**

### **SCOPUS**

**TITLE-ABS-KEY ("Patellofemoral Pain Syndrome" OR "Chondromalacia Patellae"  
OR "Knee Osteoarthritis" OR  
"Knee Arthritis" OR "Knee Arthroplasty" OR "Knee Prosthesis" OR "Knee Injury"  
OR "Anterior Cruciate  
Ligament Injury" OR "ACL Injury" OR "Medial Collateral Ligament Knee Injury"  
OR "Knee Joint Injury" OR  
"Meniscectomy" OR "Knee Dislocation" OR "Meniscus Injury" OR "Tibial Meniscus  
Injuries" OR "Meniscus  
Tear" OR "Bucket Handle Tear" OR "Flap Tear" OR "Patellar Tendinopathy" OR  
"Patellar Tendonitis" OR  
"Patellar Tendinosis" OR "Jumper Knee") AND TITLE-ABS-KEY ("Dry Needling"  
OR "Muscular needling" OR**

---

---

**"Intramuscular stimulation")**

**COCHRANE**

- #1 "Patellofemoral Pain Syndrome"(MeSH Terms)**
- #2 "Chondromalacia Patellae"**
- #3 "Osteoarthritis, Knee"(MeSH Terms)**
- #4 "Arthroplasty, Replacement, Knee"(MeSH Terms)**
- #5 "Knee Arthroplasty"**
- #6 "Knee Prosthesis"(MeSH Terms)**
- #7 "Knee Injuries"(MeSH Terms)**
- #8 "Anterior Cruciate Ligament Injuries"(MeSH Terms)**
- #9 "ACL Injury"**
- #10 "Medial Collateral Ligament Knee Injury"**
- #11 "Knee Joint Injury"**
- #12 "Knee Dislocation"(MeSH Terms)**
- #13 "Meniscectomy"(MeSH Terms)**
- #14 "Meniscus Injury"**
- #15 "Tibial Meniscus Injuries"(MeSH Terms)**
- #16 "Meniscus Tear"**
- #17 "Bucket Handle Tear"**
- #18 "Flap Tear"**
- #19 "Patellar Tendinopathy"**
- #20 "Patellar Tendonitis"**
- #21 "Patellar Tendinosis"**
- #22 "Jumper Knee"**
- #23 "Dry Needling"(Mesh)**
- #24 "Intramuscular stimulation"**
- #25 "Muscular needling"**
- #26 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12  
OR #13 OR #14 OR #15 OR  
#16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22  
#27 #23 OR #24 OR**

### **4.3 Criterios de selección**

La revisión sistemática incluyó ensayos clínicos aleatorizados con sujetos con dolor crónico de rodilla crónico de origen musculoesquelético en los cuales al menos un grupo recibió alguna forma de punción seca. Dada la heterogeneidad en la terminología, se incluyeron los diagnósticos siguientes: dolor de rodilla, dolor femoropatelar, artrosis de rodilla, artroplastia de rodilla, tendinopatías de rodilla, lesiones ligamentosas y lesiones meniscales de rodilla.

#### **Criterios de inclusión**

- Población adulta (mayores de 18 años) con dolor de rodilla de origen musculoesquelético.
- Un grupo que recibiera alguna intervención de punción seca muscular o tendinosa.
- Un grupo de comparación aceptable con intervención falsa o simulada, placebo, control o cualquier otra intervención activa.
- El principal resultado del estudio debía incluir intensidad de dolor (medida con la escala visual analógica o con la escala numérica de dolor) o la discapacidad asociada (evaluada con un cuestionario sobre la discapacidad asociada al dolor).

#### **Criterios de exclusión**

- Dolor de rodilla asociado a patología neurológica (por ejemplo, dolor post-ictus).
- Dolor de rodilla de origen no musculoesquelético (por ejemplo, cáncer o patología visceral).
- Estudios no publicados como artículo en revista científica.
- Diseños retrospectivos.
- Estudios piloto.
- Punciones según la metodología de la Medicina Tradicional China (por ejemplo, acupuntura).
- Uso de infiltraciones en el grupo de punción seca (por ejemplo, corticoides o plasma rico en plaquetas).

#### **4.4 Cribado, proceso de selección y extracción de datos**

En el proceso de revisión bibliográfica, los artículos identificados en las diferentes bases de datos fueron meticulosamente evaluados de manera independiente por dos investigadores. Inicialmente, se excluyeron aquellos trabajos que aparecían duplicados. Posteriormente, se procedió a la lectura de títulos y resúmenes para determinar su potencial inclusión. A continuación, se llevó a cabo una exhaustiva revisión integral de los manuscritos que, tras el análisis previo, resultaron ser potencialmente elegibles para el estudio. Era imperativo que ambos revisores estuvieran de acuerdo en la pertinencia de la inclusión de los ensayos en el estudio. Ante cualquier discrepancia en la evaluación, se solicitó la intervención de un tercer experto para decidir sobre la incorporación del estudio en cuestión.

En cuanto a la extracción de datos, se llevó a cabo un proceso riguroso y estandarizado. Dos investigadores, de forma independiente, procedieron a recopilar información de cada estudio, detallando aspectos cruciales como el diseño metodológico, el tamaño muestral, la población en estudio, las intervenciones realizadas, los resultados obtenidos y las posteriores evaluaciones o seguimientos. Para garantizar la integridad y precisión de los datos recopilados, ambos investigadores debían alcanzar un consenso respecto a cada ítem. Si surgía algún desacuerdo, se convocaba a un tercer autor para alcanzar un acuerdo.

#### **4.5 Evaluación de la calidad metodológica y del riesgo de sesgo**

Para una adecuada evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo presente en los ensayos clínicos, se recurrió al uso simultáneo de dos herramientas fiables y reconocidas en el ámbito científico: la herramienta Cochrane Risk of Bias (RoB) y la escala correspondiente a la base de datos de Fisioterapia Basada en la Evidencia (PEDro) (Moseley et al., 2002).

La Cochrane Risk of Bias (RoB) es una herramienta diseñada y propuesta por la Cochrane Collaboration, entidad internacionalmente reconocida en la sistematización y síntesis de investigaciones clínicas (Higgins & Green, 2011). Esta herramienta se concibió específicamente para evaluar el riesgo de sesgo en ensayos clínicos aleatorizados y controlados, abarcando múltiples dominios de evaluación como la



aleatorización, la ocultación de la asignación, el cegamiento, la pérdida durante el seguimiento y el informe selectivo de resultados.

Concretamente, la herramienta RoB incluye su evaluación en los siguientes ítems (Sterne et al., 2019):

- **Sesgo de selección:** contemplando aspectos como la generación de secuencias de aleatorización y la ocultación de la asignación.
- **Sesgo de realización:** enfocado en el cegamiento de los pacientes y de los terapeutas.
- **Sesgo de detección:** centrado en el cegamiento del evaluador.
- **Sesgo de desgaste:** relacionado con la presencia de datos de resultados incompletos.
- **Sesgo de notificación:** centrado en la notificación selectiva de los resultados.
- **Otros sesgos:** como el tamaño de muestra o posibles sesgos asociados a fuentes de financiación.

Es esencial subrayar que cada uno de estos elementos fue meticulosamente clasificado bajo las categorías de bajo riesgo, alto riesgo o poco claro, basándose en los criterios establecidos por la herramienta RoB.

Por su parte, la escala PEDro es una herramienta evaluativa especializada en la evaluación de la calidad metodológica de ensayos clínicos dentro del ámbito de la fisioterapia. Este instrumento consta de 11 ítems meticulosamente establecidos para juzgar diversos elementos en relación con la robustez metodológica de los ensayos, abarcando, entre otros, aspectos relativos a la aleatorización, el cegamiento, la comparabilidad basal, las pérdidas durante el seguimiento y el análisis estadístico (Maher et al., 2003; Moseley et al., 2002).

El desglose de la escala PEDro incluye los siguientes criterios de evaluación:

- Asignación aleatoria.
- Ocultación de la asignación.
- Homogeneidad entre los grupos en el momento de inicio del estudio.
- Cegamiento de los sujetos participantes.

- Cegamiento de los terapeutas.
- Cegamiento de los evaluadores.
- Contabilización de abandonos.
- Implementación del análisis estadístico basado en la intención de tratar.
- Comparación estadística entre los grupos estudiados.
- Representación de medidas de puntos y datos de variabilidad.

Siguiendo los criterios estandarizados, se estableció que un ensayo clínico puede ser catalogado de alta calidad siempre que su puntuación en la escala PEDro alcance o exceda un valor de 5 sobre un total posible de 10 puntos.

La trascendencia de evaluar con rigor la calidad metodológica y los posibles sesgos en ensayos clínicos radica en la necesidad fundamental de asegurar tanto la validez como la fiabilidad de los resultados y/o hallazgos de dichos estudios. Por esta razón, es necesario el recurso a herramientas evaluativas estandarizadas y con reconocimiento internacional, tales como la herramienta Cochrane Risk of Bias (RoB) y la escala PEDro. Solo a través de esta meticulosa evaluación se puede garantizar una apreciación objetiva y rigurosa de la calidad y potencial sesgo presente en ensayos clínicos (Sherrington et al., 2000).

#### **4.6 Nivel de evidencia (Análisis cualitativo)**

Para determinar la integridad y la robustez de la evidencia disponible, se implementó la metodología conocida como Evaluación de la Calidad de la Evidencia y Graduación de la Fuerza de las Recomendaciones (GRADE) propuesta por (Schunemann et al., 2008). Esta evaluación fue realizada de manera independiente por dos investigadores, previendo la intervención de un tercer experto en situaciones donde surgieran discrepancias en la interpretación.

De acuerdo con el marco GRADE, se clasificó el nivel de evidencia de la siguiente forma:

- **Alta calidad:** Categoría otorgada cuando todos los ítems evaluados resultaron ser negativos.

- **Calidad moderada:** Esta categoría se otorgó en los casos en que un solo ítem incluía un riesgo considerado como grave.
- **Baja calidad:** Categoría asignada en situaciones donde dos ítems mostraron un riesgo grave o un ítem reflejó un riesgo muy grave.
- **Muy baja calidad:** Esta designación se aplicó en escenarios donde tres o más ítems presentaron un riesgo grave o, en su defecto, dos o más ítems reflejaron un riesgo muy grave.

Los ítems evaluativos utilizados en esta metodología, según lo indicado por Austin et al. (2014), abarcan los siguientes:

- Presencia de limitaciones, considerando el Risk of Bias (RoB).
- Existencia de evidencia que pueda considerarse indirecta.
- Inconsistencia en los resultados obtenidos o presencia de heterogeneidad sin una explicación lógica o justificada.
- Imprecisión en los resultados presentados o en las estimaciones del efecto derivado.
- Alta susceptibilidad o probabilidad de sesgo relacionado con la publicación de los resultados.

La adopción de este tipo de enfoques evaluativos, como GRADE, resalta la importancia de determinar con rigor la calidad y fiabilidad de la evidencia científica, garantizando así que las decisiones clínicas o recomendaciones estén fundamentadas en investigaciones sólidas y fiables.

#### **4.7 Síntesis y análisis de datos (Análisis cuantitativo)**

La síntesis de los datos en este metaanálisis fue realizada con el apoyo del software estadístico Review Manager (RevMan, versión 5.3). Con el objetivo de garantizar una organización más sistemática, los datos se agruparon según el período de seguimiento: corto plazo (0-10 semanas), mediano plazo (10-20 semanas) y largo plazo (>20 semanas), siempre y cuando se dispusiera de la información pertinente.

Para cada variable en estudio, se extrajeron detalles como el tamaño de la muestra, las medias y las desviaciones estándar. En situaciones en que los ensayos proporcionaban solamente errores estándar, estos se convirtieron a desviaciones estándar (Luo et al., 2018; Wan et al., 2014). Cuando fue necesario, las puntuaciones medias y las desviaciones estándar fueron estimadas de los gráficos mediante el software apropiado. Además, si los datos provenían en formato no paramétrico (mediana y rango intercuartílico), estos se transformaron a medias y desviaciones estándar.

Cuando se utilizaron diferentes instrumentos de medición para evaluar el mismo resultado, las diferencias de medias entre grupos (MD) extraídas de los ensayos se estandarizaron para convertirlas en diferencias de medias estandarizadas (DME). Estas DME se calcularon con un intervalo de confianza del 95 %, utilizando un modelo de efectos aleatorios para establecer las magnitudes de efecto (MD o DME).

De acuerdo con Sullivan & Feinn (2012), un tamaño de efecto (DME) de 0.8 o superior se interpretó como grande, entre 0.5 y 0.8 como moderado, y valores entre 0.2 y 0.5 se categorizaron como pequeños. Se estableció un valor  $p < 0.05$  como criterio para determinar la significancia estadística.

Se examinó el impacto general del tamaño de efecto y la magnitud del efecto en la intensidad del dolor y en el dolor asociado a discapacidad en los diferentes períodos post-intervención: corto (0-10 semanas), medio (10-20 semanas) y largo plazo (>20 semanas).

La evaluación de la heterogeneidad entre los estudios se realizó empleando el estadístico  $I^2$ . En base a las directrices del Grupo Cochrane, la interpretación del estadístico  $I^2$  se establece de la siguiente forma: valores entre 0-40 % podrían indicar que la heterogeneidad no es relevante o importante; un rango de 30-60 % sugiere una heterogeneidad moderada; 50-90% representa una heterogeneidad sustancial, mientras que 75-100% refleja una heterogeneidad considerable (Deeks et al., 2017).



## V. RESULTADOS



## 5 RESULTADOS

Las búsquedas electrónicas identificaron 253 estudios posibles para ser incluidos en el estudio. Tras descartar los estudios duplicados quedaron 145 estudios. Se excluyeron 122 trabajos tras examinar los títulos o resúmenes, dejando 20 artículos para el análisis completo de los textos (Abyaneh et al., 2016; Da Graca-Tarragó et al., 2016; de-la-Llave-Rincón et al., 2016; J. L. Dragoo et al., 2014; J. Dragoo & Wasterlain, 2011; Dunning et al., 2018; Espí-López et al., 2017; Itoh et al., 2008; James et al., 2007; Mason et al., 2016; Mayoral et al., 2013; Núñez-Cortés et al., 2017; Ortega-Cebrian et al., 2016; Z. Patel et al., 2019; Sánchez Romero et al., 2020; Sánchez-Romero et al., 2018; Sutlive et al., 2018; Velázquez-Saornil et al., 2017; Zarei et al., 2020).

Diez artículos fueron excluidos por los siguientes motivos: la intervención de punción seca se combinó con una infiltración (J. L. Dragoo et al., 2014); correspondían a resúmenes de conferencias (de-la-Llave-Rincón et al., 2016; J. Dragoo & Wasterlain, 2011); estudio piloto (Sánchez-Romero et al., 2018); ensayos clínicos no aleatorizados (James et al., 2007; Núñez-Cortés et al., 2017; Ortega-Cebrian et al., 2016); y aplicación de punción seca con corriente eléctrica (Da Graca-Tarragó et al., 2016; Dunning et al., 2018). Al final se incluyeron un total de 10 ensayos clínicos para la revisión sistemática y el análisis cuantitativo (Abyaneh et al., 2016; Espí-López et al., 2017; Itoh et al., 2008; Mason, et al., 2016; Mayoral et al., 2013; Z. Patel et al., 2019; Sánchez Romero et al., 2020; Sutlive et al., 2018; Velázquez-Saornil et al., 2017; Zarei et al., 2020), (Figura 10).



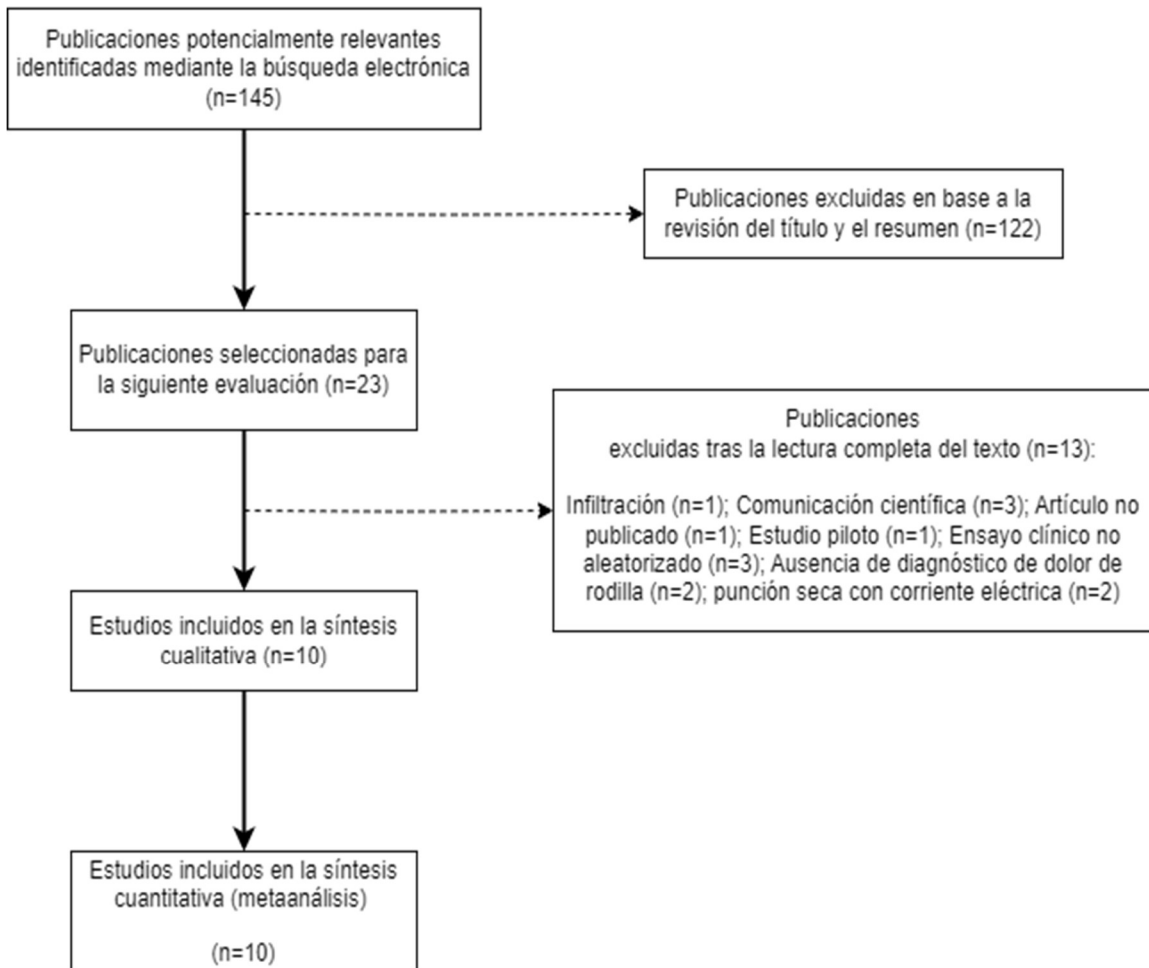


Figura 10. Diagrama de flujo. Elaboración propia.

## 5.1 Características de los estudios

Seis estudios (60 %) investigaron los efectos de la punción seca de PGM en el SDFP (Abyaneh et al., 2016; Espí-López et al., 2017; Mason et al., 2016; Z. Patel et al., 2019; Sutlive et al., 2018; Zarei et al., 2020), dos (20 %) en sujetos con artrosis de rodilla (Itoh et al., 2008; Sánchez Romero et al., 2020) y los dos restantes (20 %) en dolor de rodilla posquirúrgico (Mayoral et al., 2013; Velázquez-Saornil et al., 2017).

En todos los estudios se trataron PGM activos (aquellos cuyo dolor reproducía la sintomatología de la rodilla del paciente) mediante punción seca, salvo en uno que trataron puntos específicos escogidos en base al lugar más frecuente de PGM en el cuádriceps, originalmente descritos por Simons (Abyaneh et al., 2016).

La técnica de punción seca fue homogénea. En ocho ensayos (80 %) utilizaron la técnica de múltiples entradas y salidas y describieron la presencia de REL durante la intervención (Espí-López et al., 2017; Itoh et al., 2008; Mason et al., 2016; Mayoral et al., 2013; Sánchez Romero et al., 2020; Sutlive et al., 2018; Velázquez-Saornil et al., 2017; Zarei et al., 2020), un ensayo no describió la técnica utilizada (Z. Patel et al., 2019) y el último usó la punción seca superficial y no la profunda (Abyaneh et al., 2016). En el 90 % (n=9) de los ensayos se especificó que la intervención de punción seca fue realizada por un fisioterapeuta salvo en un ensayo donde fue ejecutada por un acupuntor (Itoh et al., 2008). Sin embargo, hubo heterogeneidad en el número y la frecuencia de las sesiones y el tipo de intervención simulada o comparador. La tabla 4 detalla las características de la intervención por punción seca de cada ensayo.

Todos los estudios incluyeron la intensidad de dolor y la discapacidad asociada al dolor como variables de estudio.

Las características de los participantes de los estudios incluidos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Características de la muestra de cada uno de los estudios incluidos

Estudio	Diseño	Grupo	Tamaño muestra	Hombre/Mujer (%)	Edad (años)	Duración del dolor
<b>DOLOR FEMOROPATELAR / DOLOR INESPECÍFICO DE RODILLA</b>						
<b>Abyaneh et al. 2016</b>	ECA	G1	17	NR	37,88 ± 9,53	1,88 ± 1,16 años
		G2	17	NR	33,58 ± 8	2,11 ± 1,16 años
<b>Espí-López et al. 2017</b>	ECA	G1	30	15/15	29,7 ± 9,5	9.5±5.8 años
		G2	30	16/14	29,2 ± 10.5	8.5±6.3 años
<b>Mason et al. 2017</b>	ECA	G1	20	20/0	20,3 ± 1.08	17.75±26.10 semanas
		G2	19	17/2	20,16 ± 2.12	14.3±16.36 semanas
<b>Sutlive et al. 2018</b>	ECA	G1	30	17/13	30,3 ± 5,5	27.4±29.7 meses
		G2	30	20/10	31,1 ± 5,1	53.0±66.8 meses
<b>Patel et al. 2019</b>	ECA	G1	35	NR	26 ± 5	>3 meses
		G2	35	NR	33,3 ± 3	>3 meses
<b>Zarei et al. 2020</b>	ECA	G1	20	0/20	22,25 ± 3,25	>3 meses
		G2	20	0/20	25,65 ± 8,49	>3 meses
<b>ARTROSIS DE RODILLA</b>						
<b>Itoh et al. 2008</b>	ECA	G1	8	NR	74,2 ± 8,1	7.5±6.0 años
		G2	9	NR	73,3 ± 6,5	6.1±6.8 años
		G3	7	NR	70,5 ± 8,1	5.6±5.1 años
<b>Sánchez-Romero et al. 2019</b>	ECA	G1	31	21/10	72,97 ± 6,29	62.88±40.75 meses
		G2	31	23/8	71,65 ± 5,00	68.55±30.31 meses
<b>DOLOR POSQUIRÚRGICO</b>						
<b>Mayoral et al. 2013</b>	ECA	G1	20	2/18	71.65±6.06	NR
		G2	20	9/11	72.90±7.85	NR
<b>Velázquez-Saornil et al. 2017</b>	ECA	G1	22	71,65 ± 6,06	NR	15.6±1.5 días
		G2	22	72,90 ± 7,85	NR	15.5±2.0 días
<b>ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado Controlado; G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; NR: No Reportado.</b>						

Tabla 4. Características de las intervenciones de punción seca de los estudios incluidos

Estudio	Grupo	Criterios PGM	Técnica usada	Número de punciones por paciente	Músculos tratados	Tiempo	Número de incisiones	REL	Terapeuta
<b>SÍNDROME DE DOLOR FEMOROPATELAR</b>									
<b>Abyaneh et al. 2016</b>	G1: PS superficial	NO	A 8 centímetros por encima del cóndilo lateral en línea con el vasto lateral  A 8 centímetros por encima del cóndilo medial en línea con el vasto medial  A 8 centímetros por encima de la rótula en el recto femoral	3	Vasto lateral Vasto medial Recto femoral	6 segundos	NR	NO	PT
<b>Espí-López et al. 2017</b>	G1: PS con terapia manual y ejercicio	SI	Técnica de entrada y salida en el PGM activo	NR	Vasto lateral Vasto medial	Hasta agotar REL	NR	SI	PT
<b>Mason t al. 2017</b>	G1: PS PGM	SÍ	Técnica de entrada y salida en el PGM latente	NR	Isquiotibiales	NR	NR	SI	PT
	G2: PS simulada	NO	La simulación se realizó con la uña	NA	Isquiotibiales	NR	NR	NA	PT

<b>Sutlivee et al. 2018</b>	G1: PS PGM	SÍ	Técnica de entrada y salida en los puntos más dolorosos	6	Vasto medial Recto femoral Vasto lateral	5-10 segundos	NR	SI	PT
	G2: PS simulada	SI	Simulación el PGM sin pinchar			5-10 segundos	NR	NR	PT
<b>Patel et al. 2019</b>	G1: PS PGM	SÍ	NR	NR	Todos los PGM del cuádriceps del lado sintomático	10 minutos	NR	NR	PT
<b>Zarei et al. 2020</b>	G1: PS PGM	SÍ	Técnica de entrada y salida	NR	Glúteo medio Cuadrado lumbar	NR	NR	SI	PT
<b>ARTROSIS DE RODILLA</b>									
<b>Itoh et al. 2008</b>	G1: PS PGM	SÍ	Técnica de “sparrow pecking”	3	Cuádriceps, iliopsoas, sartorio, aductores, poplíteo y glúteo menor	10 minutos	NR	SI	AC
	G2: PS simulada	SI	Punción simulada con el porta-agujas	3	Cuádriceps, iliopsoas, sartorio, aductores, poplíteo y glúteo menor	10 minutos	NR	NO	AC

<b>Sánchez-Romero et al. 2019</b>	G1: PS y ejercicio	SI	Técnica de entrada y salida	NR	En todos los PGM de la rodilla sintomática	NR	15	SI	PT
	G2: PS simulada y ejercicio	SI	Simulación	NR	En todos los PGM de la rodilla sintomática	NR	NR	NO	PT

### DOLOR POSQUIRÚRGICO DE RODILLA

<b>Mayoral et al. 2013</b>	G1: PS	SÍ	Técnica de entrada y salida	NR	Tensor de la fascia lata, aductores, cuádriceps, isquiotibiales, gastrocnemio y poplíteo	NR	20	SI	PT
	G2: PS simulada	NO	Simulación	NR	NR	NR	NR	NO	PT
<b>Velázquez-Saornil et al. 2017</b>	G1:DN	SI	Técnica de entrada y salida en el PGM activo de la rodilla afectada	1	Vasto medial	1-2 min hasta la REL. Tolerancia paciente	20 incisiones	SI	PT

**G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; NR: No Reportado,; PT: Fisioterapeuta; AC: Acupuntor**

## 5.2 Calidad metodológica

La puntuación de la calidad metodológica osciló entre 5 y 9 (media: 7,6, DE: 1,3) con un máximo de 10 puntos, por lo tanto, todos los estudios se consideraron de una calidad metodológica alta (igual o mayor 5 puntos). El sesgo más frecuente fue el cegamiento de los terapeutas, donde ningún estudio lo llevó a cabo, seguido del cegamiento de los participantes, donde el 50 % de los ensayos no enmascaró a los participantes.

La tabla 5 muestra los detalles de la escala PEDro para cada ensayo.

Tabla 5. **Puntuación de los ensayos clínicos aleatorizados con la escala PEDro**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
<b>DOLOR FEMOROPATELAR</b>											
<b>Abyaneh et al. 2016</b>	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	5/10
<b>Espí-López et al. 2017</b>	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	8/10
<b>Mason et al. 2017</b>	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	9/10
<b>Sutlive et al. 2018</b>	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	9/10
<b>Patel et al. 2019</b>	Y	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	6/10
<b>Zarei et al. 2019</b>	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	8/10
<b>ARTROSIS DE RODILLA</b>											
<b>Itoh et al. 2008</b>	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	7/10
<b>Sánchez-Romero et al. 2019</b>	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	8/10
<b>DOLOR POSQUIRÚRGICO DE RODILLA</b>											
<b>Mayoral et al. 2013</b>	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	8/10
<b>Velázquez-Saornil et al. 2017</b>	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	8/10

**1: Asignación aleatoria de los participantes; 2: Asignación oculta; 3: Similitud entre grupos al inicio; 4: Cegamiento del participante; 5: Cegamiento del terapeuta; 6: Cegamiento del evaluador; 7: Menos de un 15 % de abandonos; 8: Análisis por intención de tratar; 9: Comparaciones estadísticas entre grupos; 10: Medidas puntuales y de variabilidad para al menos una variable clave; N/A: No aplicable; Y: Sí; N: No.**



### 5.3 Riesgo de sesgo

Los resultados del riesgo de sesgo de los ensayos incluidos se muestran en la figura 11. Se puede apreciar que en ningún ensayo clínico se llevó a cabo el cegamiento de los terapeutas y que en el 50 % de ellos no se realizó el cegamiento de los participantes. Globalmente, el riesgo de sesgo de los ensayos incluidos para el presente metaanálisis fue bajo.

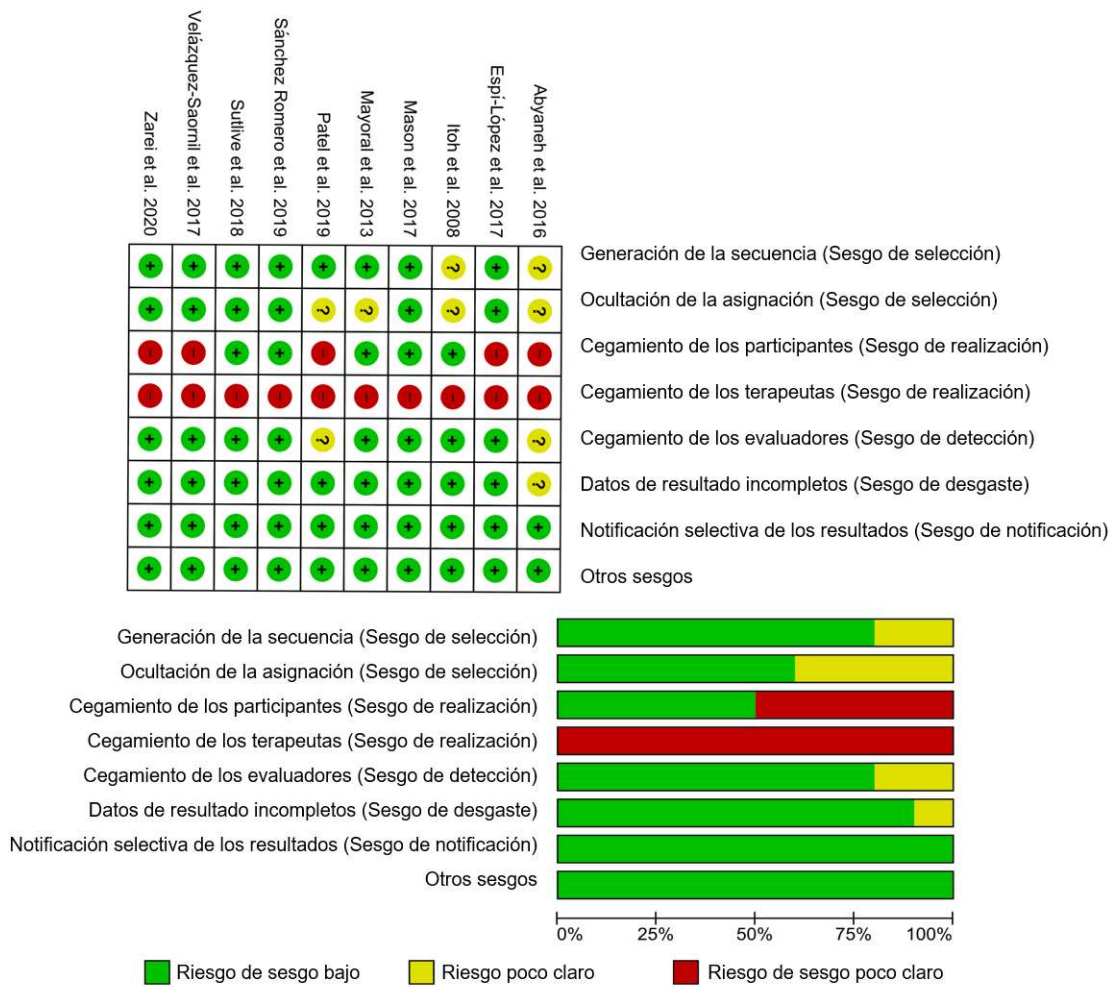


Figura 11. Riesgo de sesgo de los ensayos clínicos incluidos en el metaanálisis.

## 5.4 Efectos de la punción seca en la intensidad del dolor de rodilla

El presente metaanálisis encontró que la punción seca muestra un efecto significativamente moderado (DM -0,53, IC del 95 %: -0,87 a -0,19, n=463, Z=3,07, p=0,002) para la disminución de la intensidad del dolor a corto plazo, cuando se comparó al grupo control, pero con una heterogeneidad alta ( $I^2 = 68\%$ ) entre los estudios (Figuras 12 y 13). La diferencia media general fue -0,85 puntos (IC del 95 %: -1,35 a -0,34) en la escala numérica de dolor de 0-10. No se observaron diferencias significativas entre los subgrupos (p=0,76,  $I^2=0\%$ ). La punción seca mostró un tamaño de efecto significativamente moderado (DM -0,64, IC del 95 %: -1,17 a 0,11) con una diferencia media de -0,92 (IC del 95 %: -1,64 a -0,21) solo para el SDFP.

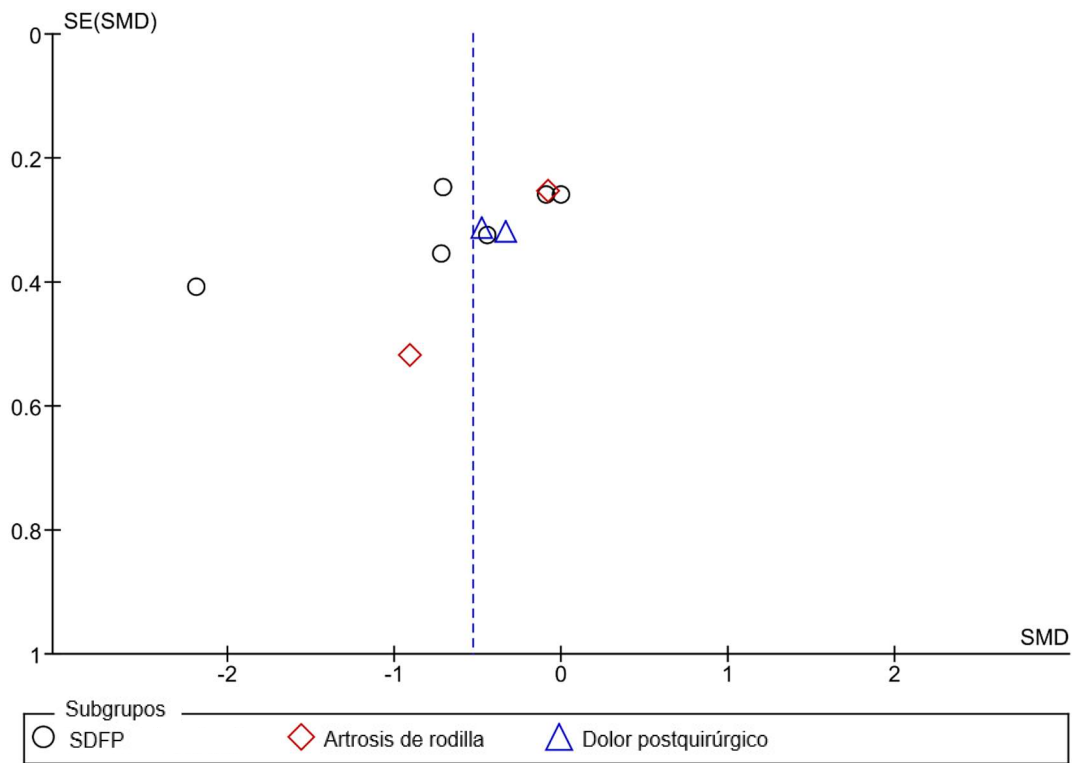


Figura 12. Gráfico de embudo de las diferencias medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca frente a la punción seca falsa, el placebo, la lista de espera u otras formas de punción seca o de terapia manual u otras intervenciones de fisioterapia sobre la intensidad del dolor.

## A. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la intensidad del dolor de rodilla a corto plazo

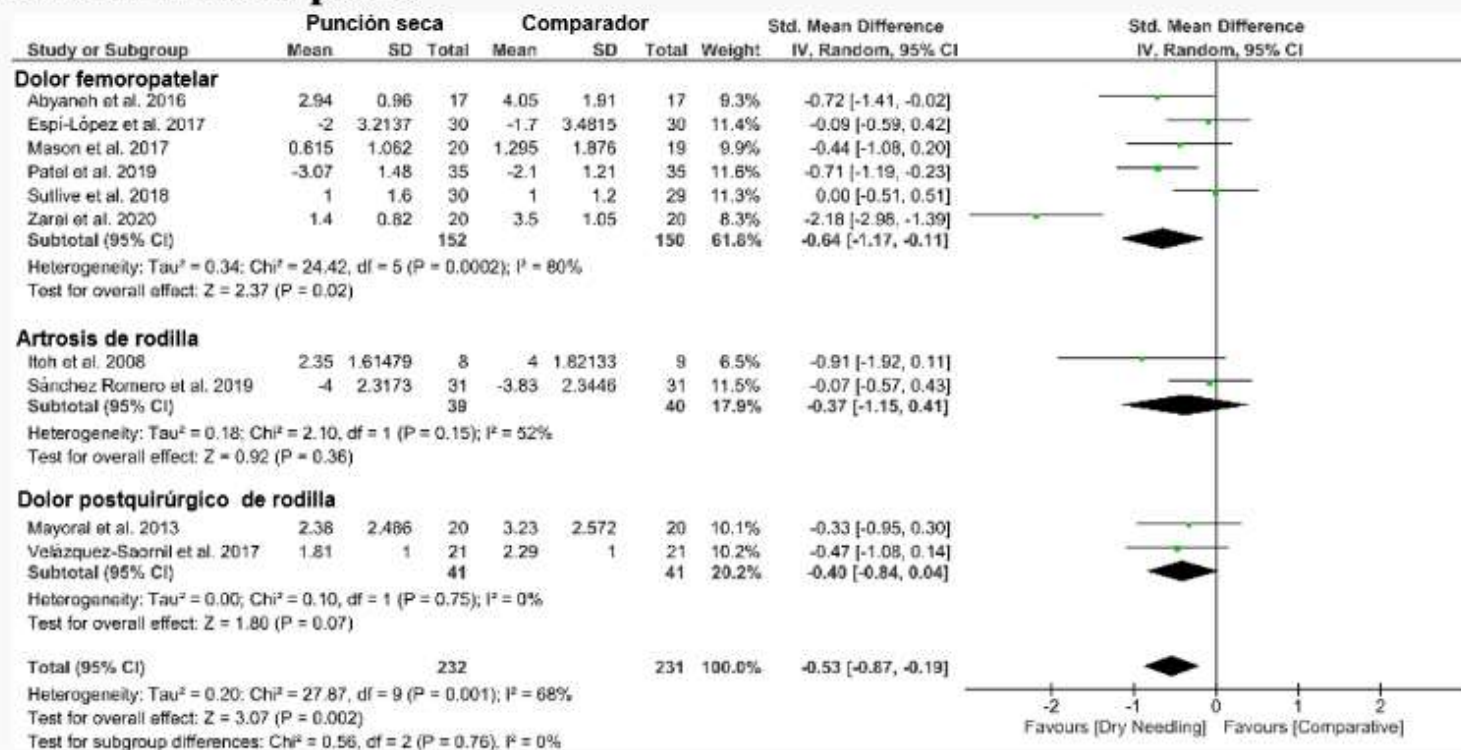


Figura 13A. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre el dolor de rodilla a corto plazo.

## B. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la intensidad del dolor de rodilla a medio plazo

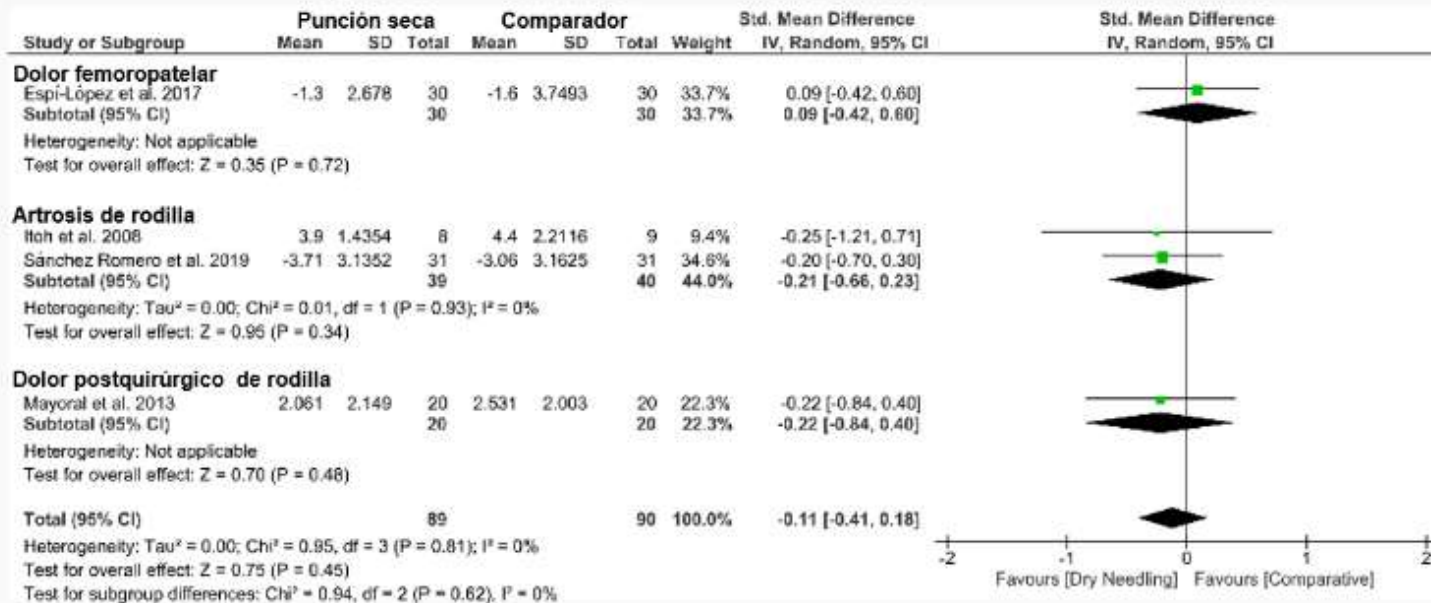


Figura 13B. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre el dolor de rodilla a medio plazo.

## C. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la intensidad del dolor de rodilla a largo plazo

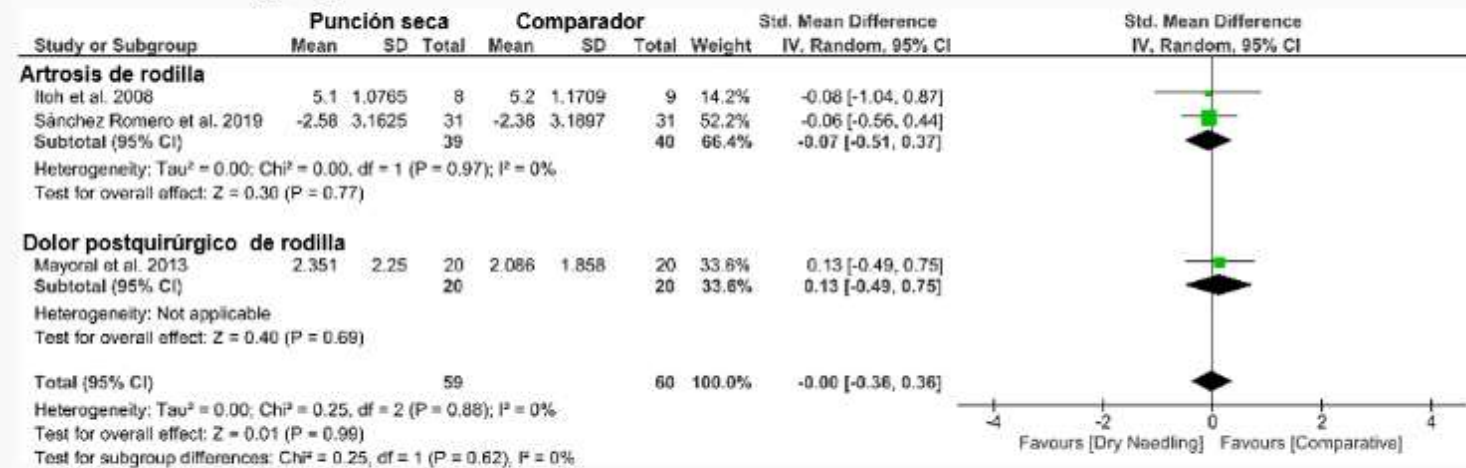


Figura 13C. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre el dolor de rodilla a largo plazo.

Este metaanálisis no ha mostrado ningún efecto estadísticamente significativo de la punción seca a medio (DM -0,11, IC del 95 %: -0,11 a 0,18, n=179, Z=0,75, p=0,45, Figura 13B) ni a largo plazo (DM -0,00, IC del 95 %: -0,73 a 0,72, n=119, Z=0,01, p=0,99, Figura 13C) en términos de disminución de la intensidad del dolor cuando se comparó con el grupo de comparación, con una heterogeneidad nula ( $I^2=0\%$ ) entre los ensayos. La diferencia media general fue de -0,35 puntos (IC del 95 %: -1,12 a 0,41) y -0,00 (IC del 95 %: -0,73 a 0,72) en la escala numérica del dolor de 0-10, a medio y largo plazo respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los subgrupos ( $p>0,05$ ,  $I^2=0\%$ ) en ningún metaanálisis.

La tabla 6 muestra los principales hallazgos de los estudios incluidos.

Tabla 6. Efectos de la punción seca en el dolor y la discapacidad asociada de los estudios incluidos

Estudio	Intervención	Tamaño de la muestra	Duración de la intervención (sesiones/semana)	Comparación y variable de medida	Diferencia entre grupos (95% IC) [DM]
<b>DOLOR FEMOROPATELAR</b>					
<b>Abyaneh et al. 2016</b>	G1: PS superficial con un programa de fisioterapia	N=17	PS: 5 sesiones 1 cada 2 días durante 10 días	Dolor (EVA) G1 VS G2	0wk: -1.11 (-2.13, -0.09) [-0.72]
	G2: Programa de fisioterapia	N=17	Programa de fisioterapia: 5 x 2 semanas		
<b>Espí-López et al. 2017</b>	G1: PS con terapia manual y ejercicio	N=30	1 x 3 semanas	Dolor (NRS) G1 VS G2	15d: -0.3 (-0.9, 0.3) [-0.09]
				G1 VS G2	3mo: 0.3 (-0.2, 0.8) [0.09]
	G2: Terapia manual y ejercicio	N=30	1 x 3 semanas	Dolor (KOOS pain) G1 VS G2	15d: -2.9 (-5.8, 0.0) [-0.]
				G1 VS G2	3mo: -2.1 (-4.6, 0.4) [-0.13]
				Síntomas (KOOS Symptoms) G1 VS G2	15d: -0.7 (-2.4, 1.0) [-0.06]
				G1 VS G2	3mo: -0.8 (-1.9, 0.3) [-0.06]
Función en las actividades diarias (KOOS function) G1 VS G2	15d: -0.9 (-1.8, 0.0) [-0.08]				
G1 VS G2	3mo: -2.8 (-5.7, 0.1) [-0.21]				
Función en el deporte (KOOS function in sport and recreation) G1 VS G2	15d: 0.2 (-1.0, 1.4) [0.01]				
G1 VS G2	3mo: -3.2 (-6.4, 0.0) [-0.16]				
Calidad de vida (KOOS knee related quality of life) G1 VS G2	15d: 1.2 (-1.0, 3.4) [0.14]				
G1 VS G2	3mo: 3.5 (-0.5, 7.5) [0.21]				

				<p>Discapacidad (IKDC) G1 VS G2 G1 VS G2</p> <p>Dolor (IKDC pain subscale) G1 VS G2 G1 VS G2</p> <p>Función (IKDC function subscale) G1 VS G2 G1 VS G2</p>	<p>15d: 2.9 (0.0, 5.8) [0.19] 3mo: 2.3 (-0.1, 4.7) [0.17]</p> <p>15d: 1.9 (-2.0, 5.8) [0.18] 3mo: 0.2 (-0.1, 0.5) [0.02]</p> <p>15d: -2.3 (-6.0, 1.4) [-0.24] 3mo: 1.5 (0.0, 3.0) [0.36]</p>
<b>Mason et al. 2017</b>	<p>G1: PS y estiramiento</p> <p>G2: PS simulada y estiramiento</p>	<p>N=20</p> <p>N=19</p>	<p>2 x 1 semana</p> <p>2 x 1 semana</p>	<p>Dolor a la sentadilla profunda (EVA) G1 VS G2</p> <p>Dolor al bajar un escalón (EVA) G1 VS G2</p> <p>Discapacidad (LEFS) G1 VS G2</p> <p>Extensión activa de rodilla G1 VS G2</p> <p>Elevación activa con la pierna extendida G1 VS G2</p> <p>Amplitud en la sentadilla profunda G1 VS G2</p>	<p>7d: -6.00 (-17.80, 5.80) [-0.31]</p> <p>7d: -6.80 (-16.63, 3.03) [-0.44]</p> <p>7d: 3.04 (-2.70, 8.78) [0.33]</p> <p>7d: 0.31 (-6.23, 6.85) [0.03]</p> <p>7d: 0.04 (-5.12, 5.20) [0.00]</p> <p>7d: 3.38 (-10.50, 17.26) [0.15]</p>
<b>Sutlive et al. 2018</b>	<p>G1: PS con isométricos, estiramientos y ejercicios de cuádriceps a domicilio</p> <p>G2: PS simulada con isométricos, estiramientos y ejercicios de</p>	<p>N=30</p> <p>N=30</p>	<p>1 sesión</p> <p>1 sesión</p>	<p>Dolor a la sentadilla (NRS) G1 VS G2</p> <p>Dolor subiendo escaleras (NRS) G1 VS G2</p>	<p>72hr: 0.60 (-0.40, 1.60) [0.30]</p> <p>72hr: 0.00 (-0.72, 0.72) [0.00]</p>



	cuádriceps a domicilio			Dolor bajando escaleras (NRS) G1 VS G2	72hr: 0.40 (-0.24, 1.04) [0.31]
				Discapacidad y función (LEFS) G1 VS G2	72hr: 3.50 (-2.90, 9.90) [0.28]
				Discapacidad (Kujala) G1 VS G2	72hr: 6.20(0.21, 12.19) [0.52]
<b>Patel et al. 2019</b>	G1: PS G2: Ultrasonido	N=35 N=35	PS: 1 sesión Ultrasonido: 1 sesión	Dolor (NRS) G1 VS G2	0wk: -0.97 (-1.60, -0.34) [-0.71]
				Sensibilidad dolorosa (UDP) G1 VS G2	0wk: 5.28 (2.57, 7.99) [0.90]
<b>Zarei et al. 2019</b>	G1: PS y ejercicio G2: Ejercicio	N=20 N=20	PS: 1 x 4 semanas Programa de ejercicios: 5 x 4 semanas	Dolor (NRS) G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: -2.00 (-2.63, -1.37) [-1.94] 2wk: -2.10 (-2.68, -1.52) [-2.18]
				Discapacidad (Kujala) G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 8.00 (4.51, 11.49) [1.39] 2wk: 11.35 (8.07, 14.63) [2.10]
				Sensibilidad dolorosa (UDP glúteo medio) G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 2.97 (2.53, 3.41) [4.09] 2wk: 3.45 (3.08, 3.82) [5.68]
				Sensibilidad dolorosa (UDP cuadrado lumbar) G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 2.75 (2.29, 3.21) [3.64] 2wk: 2.88 (2.53, 3.23) [4.93]
				Step-down test G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 6.45 (4.03, 8.87) [1.62] 2wk: 7.15 (5.18, 9.12) [2.20]
				SEBT anterior G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 0.08 (0.00, 0.16) [0.62] 2wk: 0.09 (0.02, 0.16) [0.73]
				SEBT postero-lateral G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 0.05 (-0.02, 0.12) [0.43] 2wk: 0.08 (0.01, 0.15) [0.71]

				SEBT postero-medial G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 0.08 (0.02, 0.14) [0.78] 2wk: 0.08 (0.02, 0.14) [0.78]
<b>ARTROSIS DE RODILLA</b>					
<b>Itoh et al. 2008</b>	G1: PS	N=8	1x5 semanas	Dolor (VAS) G1 VS G2	5wk: -1.65 (-3.28, -0.02) [-0.91]
	G2: Acupuntura	N=9	1x5 semanas	G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G3	10wk: -0.50 (-2.25, 1.25)[-0.25] 20wk: -0.10 (-1.17, 0.97)[-0.08] 5wk: -3.10 (-4.48, -1.72) [-2.09]
	G3: PS simulada	N=7	1x5 semanas	G1 VS G3 G1 VS G3 G2 VS G3 G2 VS G3 G2 VS G3	10wk: -1.25 (-3.14, 0.64)[-0.65] 20wk: -0.90 (-2.61, 0.81)[-0.52] 5wk: -1.45 (-2.88, -0.02)[-0.89] 10wk: -0.75 (-2.40, 0.90)[-0.39] 20wk: -0.80 (-2.51, 0.91)[-0.47]
			Discapacidad (WOMAC) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G3 G1 VS G3 G1 VS G3 G2 VS G3 G2 VS G3 G2 VS G3	5wk: -12.31 (-21.98, -2.63)[-1.19] 10wk: -5.90 (-16.06, 4.26) [-0.53] 20wk: -1.00 (-8.39, 6.39) [-0.12] 5wk: -18.45 (-28.92, -7.98)[-1.63] 10wk: -9.70 (-20.61, 1.21) [-0.84] 20wk: -4.00 (-14.87, 6.87) [-0.37] 5wk: -6.14 (-13.37, 1.09) [-0.81] 10wk: -3.80 (-13.43, 5.83) [-0.37] 20wk: -3.00 (-15.04, 9.04) [-0.24]	
<b>Sánchez-Romero. 2019</b>	G1: PS y ejercicio	N=31	1x6 semanas Ejercicio: 24 sesiones durante 12 semanas	Dolor (NRS) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: -0.17 (-1.33, 0.99) [-0.07] 3mo: -0.65 (-2.22, 0.92) [-0.20] 6mo: -0.80 (-2.45, 0.85) [-0.24] 9mo: -0.32 (-1.67, -1.0.3)[-0.12] 12mo: -0.20 (-1.02, 0.26)[-0.06]
	G2: PS simulada y ejercicio	N=31	1x6 semanas Ejercicio: 24 sesiones durante 12 semanas	Discapacidad (WOMAC Total Score) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: -3.39 (-10.56, 3.78) [-0.23] 3mo: -4.36 (-11.25, 2.53) [-0.31] 6mo: -4.23 (-12.07, 3.61) [-0.27] 9mo: -4.06 (-11.55, 3.43) [-0.27] 12mo: -3.32 (-10.77, 4.13) [-0.22]
				Calidad de vida (EQ-5D) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: -0.77 (-2.05, 0.51) [-0.30] 3mo: -0.60 (-2.02, 0.82) [-0.21] 6mo: -0.70 (-1.97, 0.57) [-0.27] 9mo: -0.73 (-1.90, 0.44) [-0.31] 12mo: -0.50 (-1.95, 0.95)[-0.17]
			Barthel Index G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: 0.58 (-1.74, 2.90) [0.12] 3mo: 0.96 (-2.05, 3.97) [0.16] 6mo: 0.09 (-2.20, 2.38) [0.02] 9mo: 0.07 (-1.76, 1.90) [0.02] 12mo: -0.06 (2.27, .15) [-0.01]	

				Time Up and Go Test G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	0wk: -0.22 (-1.42, 0.98) [-0.09] 3mo: -0.23 (-1.61, 1.15) [-0.08] 6mo: -0.16 (-1.52, 1.20) [-0.06] 9mo: -0.58 (-1.83, 0.67) [-0.23] 12mo: -0.45 (-1.77, 0.87)[-0.17]
				Consumo de medicamentos G1 VS G2	12mo:-1.62 (-2.79, -0.45)[-0.68]

### DOLOR POSQUIRÚRGICO DE RODILLA

<b>Mayoral et al. 2013</b>	G1: PS	N=22	1 sesión	Dolor (EVA) G1 VS G2	1mo: -0.85 (-2.42, 0.72) [-0.33]
	G2: PS simulada	N=22	1 sesión	G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	3mo: -0.47 (-1.76, 0.82) [-0.22] 6mo: 0.27 (-1.01, 1.54) [0.13]
				Dolor (WOMAC Pain) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	1mo: 0.93 (-1.21, 3.07) [0.26] 3mo: 1.24 (-0.54, 3.02) [0.42] 6mo: 0.11 (-1.67, 1.89) [0.04]
				Rigidez (WOMAC Stiffness) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	1mo: 0.09 (-0.81, 0.99) [0.06] 3mo: 0.07 (-1.01, 1.15) [0.04] 6mo: 0.09 (-1.17, 0.97) [-0.08]
				Discapacidad (WOMAC Function) G1 VS G2 G1 VS G2 G1 VS G2	1mo: 4.02 (-1.91, 9.95) [0.41] 3mo: 3.18 (-3.61, 9.97) [0.28] 6mo: -0.83 (-6.82, 5.16)[-0.08]
				ROM G1 VS G2	1mo: -3.01 (-13.87, 7.85)[-0.17]
				Fuerza (Flexión) G1 VS G2	1mo: -0.76 (-4.62, 3.10) [-0.12]
				Fuerza (Extensión) G1 VS G2	1mo: -1.10 (-5.27, 3.07)[-0.16]
<b>Velázquez-Saornil et al. 2017</b>	G1: PS con rehabilitación	N=22	PS: 1 sesión	Dolor (EVA) G1 VS G2	0wk: -0.48 (-1.08, 0.12)[-0.47]
	G2; Rehabilitación	N=22	Rehabilitación: 5 x 5 semanas	Discapacidad (WOMAC) G1 VS G2	0wk: -4.52 (-6.76, -2.28) [-1.17]
				ROM G1 VS G2	0wk: 2.86 (0.03, 5.69) [0.60]

				Equilibrio (SEBT) G1 VS G2	0wk: 2.30 (-0.79, 5.39) [0.44]
--	--	--	--	----------------------------------	--------------------------------

**G: Grupo; PSFS: Patient Specific Functional Scale; LEFS: Lower Extremity Functional Scale; VAS: Visual analogue scale; PPT: Pressure Pain threshold (Umbral de dolor a la presión); SEBT: Star Excursion Balance Test; ROM: Range of Motion (Rango de movimiento); WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index ; SDT: Step-down test; EQ-5D: EuroQuol 5-Dimension Self-Report Questionnaire; NR: No reportado; wk: Semanas; Mo: Meses; hr: Horas; d: Días; ±Valores estimados de los gráficos;**

## 5.5 Efectos de la punción seca en la discapacidad asociada

Este metaanálisis ha encontrado que la punción seca mostró un efecto significativamente moderado (DM -0,58, IC de 95 %: -1,08 a -0,09, n=360, Z=2,32, p=0,02) en la discapacidad asociada al dolor cuando se comparó al grupo de comparación, pero con una alta heterogeneidad ( $I^2=80\%$ ) entre los estudios a corto plazo (Tabla 6). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los subgrupos (p=0,94,  $I^2=0\%$ ). La punción seca no mostró un efecto significativo a medio (DM -0,10, IC de 95 % -0,39 hasta 0,20, n = 179, Z = 0,65, p = 0,52, y largo plazo (DM -0,16, IC de 95 % -0,52 hasta 0,20, n = 119, Z = 0,87, p = 0,39, en el dolor asociado a la discapacidad versus el grupo de comparación, con una heterogeneidad nula ( $I^2=0\%$ ) entre estudios. No se encontraron diferencias entre los subgrupos (p>0,05,  $I^2<30\%$ ) en ambos metaanálisis (Figura 14, 15A, 15B, 15C).

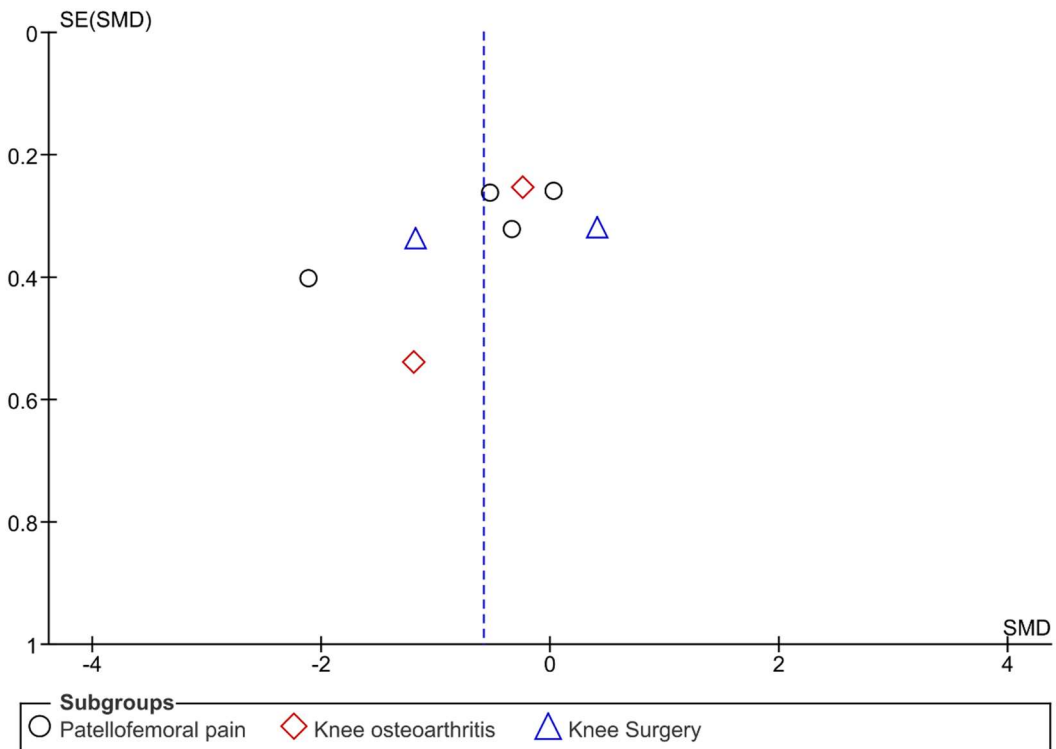


Figura 14. Gráfico de embudo de las diferencias medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca frente a la punción seca falsa, el placebo, la lista de espera u otras formas de punción seca o de terapia manual u otras intervenciones de fisioterapia sobre la discapacidad asociada al dolor.

## A. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la discapacidad a corto plazo

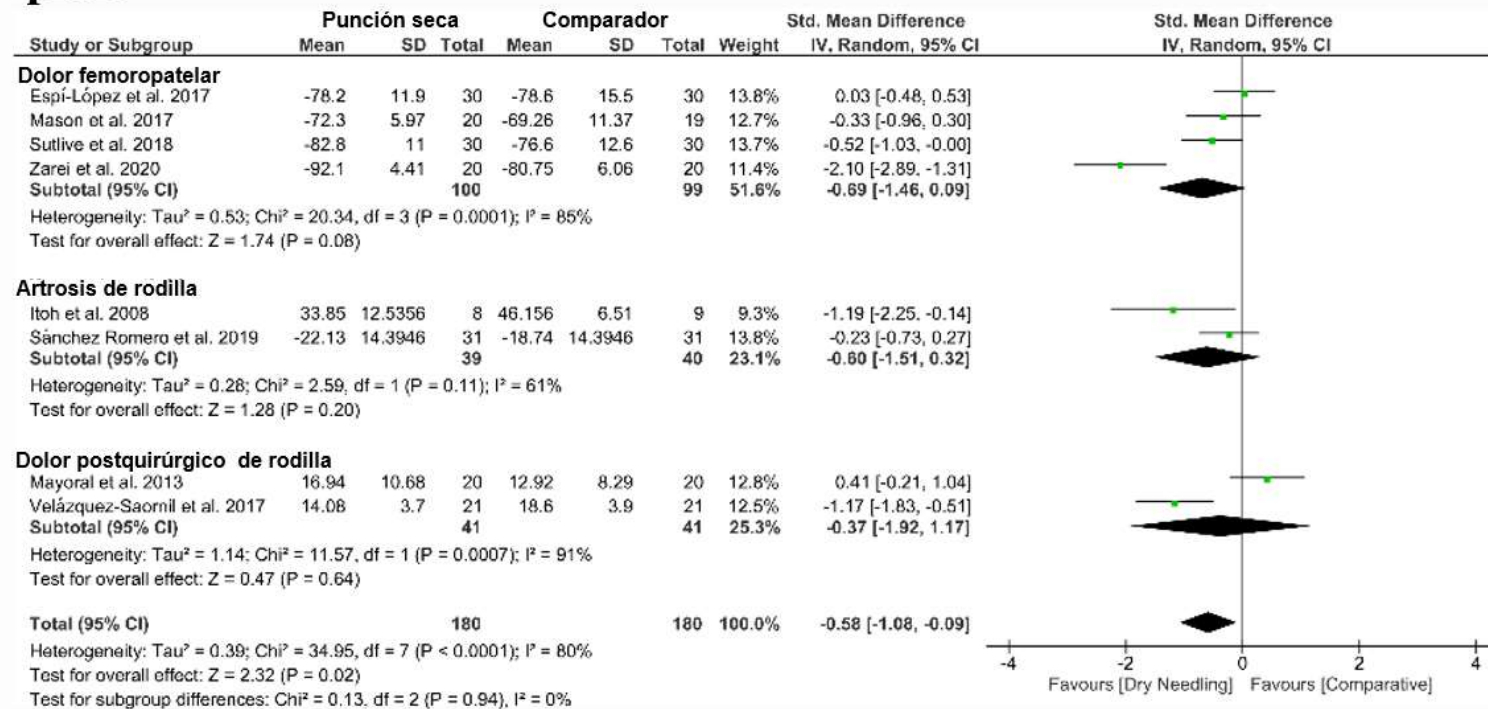


Figura 15A. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre la discapacidad asociada al dolor de rodilla a corto plazo.

## B. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la discapacidad a medio plazo

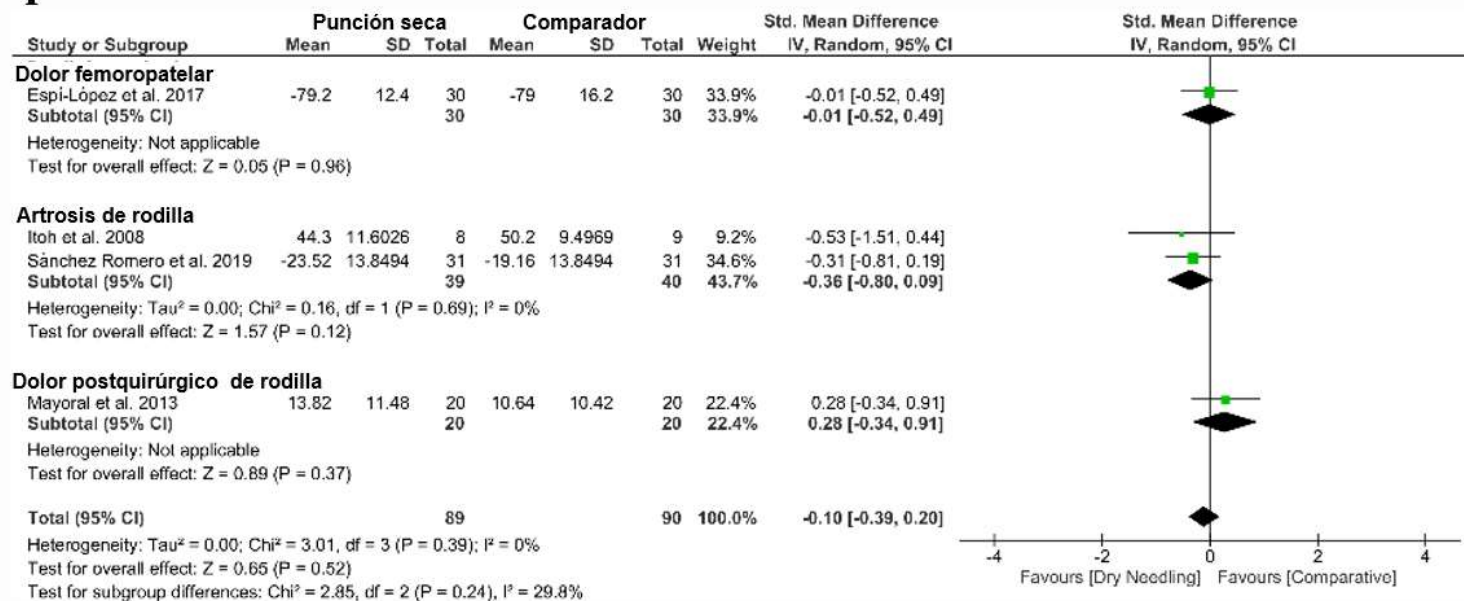


Figura 15B. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre la discapacidad asociada al dolor de rodilla a medio plazo.

## C. Efectos de la punción seca frente al grupo comparador en la discapacidad a largo plazo

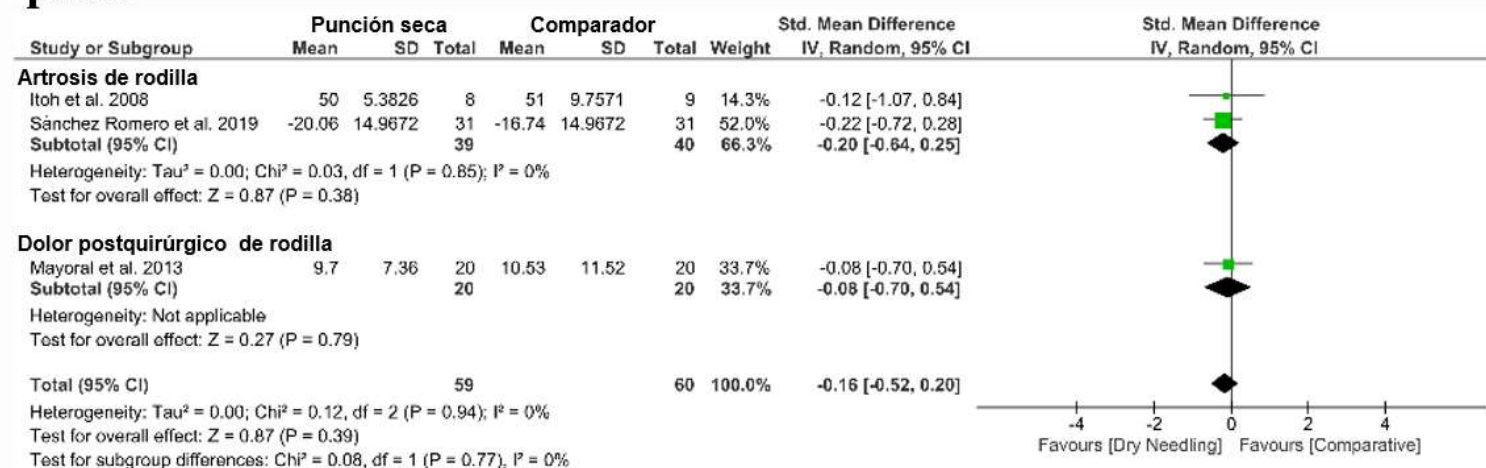


Figura 15C. Diferencia de medias (DM) que comparan los efectos de la punción seca sola frente al grupo comparador sobre la discapacidad asociada al dolor de rodilla a largo plazo.



## **5.6 Calidad de la evidencia (GRADE)**

La tabla 7 muestra los detalles de la evaluación de calidad de la evidencia GRADE mostrando que muestra el riesgo de sesgo de los estudios (RoB), la inconsistencia de los estudios, la evidencia indirecta, la imprecisión de los resultados y la probabilidad de sesgo de publicación. La inconsistencia grave/muy grave de los resultados (heterogeneidad) y la imprecisión grave/muy grave bajaron el nivel de evidencia de la punción seca a bajo o moderado.

Tabla 7. Evaluación GRADE

Número de estudios	Riesgo de sesgo	Inconsistencia	Evidencia indirecta	Imprecisión	Sesgo de publicación	Calidad de la evidencia	DM o DME [IC 95%]
<b>EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA EN EL DOLOR A CORTO PLAZO</b>							
<b>Efecto global (N=10)</b>	No	Serio (I <sup>2</sup> =68 %)	No	No	No	Moderado	-0,53 [-0,87, -0,19]
<b>Dolor femoropatelar (N=6)</b>	No	Serio (I <sup>2</sup> =80 %)	No	No	No	Moderado	-0 64 [-1.17, -0.11]
<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	Serio (I <sup>2</sup> =52 %)	No	Muy serio	No	Muy bajo	-0.37 [-1.15, 0.41]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=2)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.40 [-0.84, 0.04]
<b>EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA EN EL DOLOR A MEDIO PLAZO</b>							
<b>Efecto global (N=4)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.11 [-0.41, 0.18]
<b>Dolor femoropatelar (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	0.09 [-0.42, 0.60]
<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.21 [-0.66, 0.23]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.22 [-0.84, 0.40]
<b>EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA EN EL DOLOR A LARGO PLAZO</b>							
<b>Efecto global (N=3)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.00 [-0.36, 0.36]
<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.07 [-0.51, 0.37]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	0.13 [-0.49, 0.75]
<b>EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA EN LA DISCAPACIDAD ASOCIADA A CORTO PLAZO</b>							
<b>Efecto global (N=8)</b>	No	Serio (I <sup>2</sup> =80 %)	No	No	No	Moderado	-0.58 [-1.08, -0.09]
<b>Dolor femoropatelar (N=4)</b>	No	Muy Serio (I <sup>2</sup> =85 %)	No	No	No	Bajo	-0 69 [-1.46, 0.09]

<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	Serio (I <sup>2</sup> =61 %)	No	Muy serio	No	Muy bajo	-0.60 [-1.51, 0.32]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=2)</b>	No	Muy Serio (I <sup>2</sup> =91 %)	No	Muy serio	No	Muy bajo	-0.37 [-1.92, 1.17]

#### EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA PS EN LA DISCAPACIDAD ASOCIADA A MEDIO PLAZO

<b>Efecto global (N=4)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.10 [-0.39, 0.20]
<b>Dolor femoropatelar (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.01 [-0.52, 0.49]
<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.36 [-0.80, 0.09]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	0.28 [-0.34, 0.91]

#### EFFECTOS DE LA PUNCIÓN SECA EN LA DISCAPACIDAD ASOCIADA A LARGO PLAZO

<b>Efecto global (N=3)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.16 [-0.52, 0.20]
<b>Artrosis de rodilla (N=2)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.20 [-0.64, 0.25]
<b>Dolor posquirúrgico de rodilla (N=1)</b>	No	No (I <sup>2</sup> =0 %)	No	Muy serio	No	Bajo	-0.08 [0.70, 0.54]

<sup>a</sup>No se encontró riesgo de seso en ningún estudio.

<sup>b</sup>I<sup>2</sup>>40%: Serio. I<sup>2</sup>>80%: Muy Serio.

<sup>c</sup>No se encontró evidencia indirecta en ningún estudio.

<sup>d</sup>N<300: Serio. N < 300 y efecto estimado pequeño o ausente: Muy serio.

## 5.7 Efectos adversos

Se observó que tres ensayos clínicos no proporcionaron datos sobre los efectos adversos. En un ensayo reportaron que el 40 % de los pacientes presentaron dolor postpunción que se resolvió de manera espontánea en los 36-48 horas, pero sin ningún efecto adverso serio (Espí-López et al., 2017). En otro, los autores reportaron tres (13,6 %) efectos adversos (hemorragias), de los cuales un paciente se retiró del seguimiento debido a este hecho (Velázquez-Saornil et al., 2017). En un estudio se informó que el 87 % de los pacientes experimentaron efectos adversos menores, siendo el 97 % dolor muscular postpunción (Sánchez-Romero et al., 2018). Finalmente, en un estudio se reportó una molestia mínima tras la punción seca, pero sin ningún efecto adverso serio (Zarei et al., 2020). Los tres estudios restantes no reportaron ningún efecto adverso (Tabla 8).

Tabla 8. Eventos adversos descritos en los estudios incluidos en el metaanálisis	
<b>Itoh et al. 2008</b>	No proporcionaron datos sobre los efectos adversos de punción seca.
<b>Mayoral et al. 2013</b>	No proporcionaron datos sobre los efectos adversos de punción seca.
<b>Abyaneh et al. 2016</b>	No proporcionaron datos sobre los efectos adversos de punción seca.
<b>Espi-López et al. 2017</b>	El 40 % de los pacientes que recibieron punción seca reportó dolor postpunción que resolvió de forma espontánea tras 36-38 horas. No se comunicó ningún otro efecto adverso asociado a la punción seca.
<b>Mason et al. 2017</b>	No se registró ningún efecto adverso asociado a la punción seca.
<b>Velázquez-Saornil et al. 2017</b>	Tres pacientes (13,6 %) tuvieron hemorragia (>4 cm <sup>2</sup> ) tras la punción seca, de los cuales uno supuso una pérdida en el seguimiento debido a este efecto adverso.
<b>Sutlive et al. 2018</b>	No se registró ningún efecto adverso asociado a la punción seca.
<b>Patel et al. 2019</b>	No se registró ningún efecto adverso asociado a la punción seca.
<b>Sánchez-Romero et al. 2019</b>	Un 87,1 % de los pacientes reportaron efectos adversos tras la punción seca, de los cuales el 96,8 % fue dolor postpunción y el resto sangrado y hematoma.
<b>Zarei et al. 2020</b>	No se registró ningún efecto adverso asociado a la punción seca, salvo una molestia muscular mínima que se resolvió de forma espontánea.
<b>PS: Punción seca; PGM: Punto Gatillo Miofascial</b>	



## VI. DISCUSIÓN



## 6 DISCUSIÓN

Este estudio representa, según nuestro conocimiento, el primer metaanálisis que investiga los efectos de la punción seca de PGM en el tratamiento del dolor de rodilla.

El objetivo de este metaanálisis fue investigar la eficacia de la punción seca en la reducción de la intensidad del dolor y la discapacidad asociada en pacientes con dolor de rodilla de origen musculoesquelético.

### 6.1 Eficacia de la punción seca de los puntos gatillo en el dolor de rodilla

Los resultados de este estudio revelan una evidencia de un nivel bajo a moderado, que sugiere un efecto positivo de la punción seca de PGM en el tratamiento del dolor y la discapacidad asociada en pacientes con dolor de rodilla. Se observó principalmente un efecto positivo de la punción seca a corto plazo en pacientes con SDFP, pero no se evidenció en aquellos con artrosis de rodilla o dolor posquirúrgico.

La evidencia disponible ha sugerido que la punción seca de PGM realizada por fisioterapeutas tiene un efecto positivo a corto plazo en el tratamiento del dolor musculoesquelético que afecta al cuadrante inferior (Gattie et al., 2017; Morihisa et al., 2016). Sin embargo, estas investigaciones no encontraron un efecto significativo de la punción seca en la función, calidad de vida, rango articular y fuerza muscular. Es importante destacar que estos resultados no pueden ser completamente generalizados al dolor de rodilla debido a que estas revisiones incluyeron un número limitado de estudios sobre esta articulación (n=2).

En el consenso publicado sobre el manejo del SDFP, que sintetiza los tratamientos más relevantes y respaldados por evidencia para esta afectación, los autores no recomendaron el uso de la punción seca debido a la insuficiente evidencia que respalde su eficacia (Collins et al., 2018). Sin embargo, es importante destacar que, en dicho consenso, los autores agruparon la punción seca y la acupuntura como terapias similares,



a pesar de que son dos intervenciones distintas con indicaciones clínicas y aplicaciones diferentes. Por lo tanto, en futuros consensos se debería considerar estudiar estas dos técnicas de forma separada.

Posteriormente, la guía clínica sobre el SDFP del año 2019 también desaconsejó el uso de la punción seca para el tratamiento de pacientes con SDFP, ya que no se encontró suficiente evidencia que respalde el beneficio adicional de esta técnica en comparación con el ejercicio aislado (Willy et al., 2019).

Sin embargo, a diferencia de la información aportada por los autores citados anteriormente, los resultados de este metaanálisis indican que la punción seca de PGM es un tratamiento eficaz para el manejo del dolor y la discapacidad asociada al dolor en pacientes con dolor de rodilla de origen musculoesquelético. Ahora bien, es importante tener en cuenta que estos resultados no pueden aplicarse a todos los tipos de dolor de rodilla incluidos en el análisis. Se observaron principalmente efectos terapéuticos a corto plazo en el SDFP pero no en el dolor asociado a la artrosis de rodilla o al dolor posquirúrgico. El análisis de los datos no encontró un efecto terapéutico significativo a medio y largo plazo en cuanto al dolor y la discapacidad asociada al comparar la punción seca con otras terapias o el placebo.

### **6.1.1 Síndrome de dolor femoropatelar**

De los diez ensayos incluidos en este metaanálisis, el 60 % (n=6) investigaron los efectos de la punción seca en el SDFP. De estos, el 83% (n=5) evaluaron los efectos de la punción seca en combinación con otras intervenciones como terapia manual, ejercicio o estiramientos. En el ensayo restante (17 %) se utilizó la punción seca como intervención aislada.

Es importante recordar, como se ha mencionado anteriormente, que el SDFP puede ser el resultado de una compleja interacción entre diversos factores anatómicos, biomecánicos y musculares en la rodilla, así como en articulaciones distantes como el pie o la cadera, que pueden generar una sobrecarga tisular en diversas estructuras del complejo femoropatelar (Biedert & Kernén, 2001; Crossley et al., 2019; Giles et al., 2013; Neal et al., 2019; Powers et al., 2017; Tan et al., 2020). Estos hallazgos pueden justificar por qué se utilizan estrategias terapéuticas basadas en el ejercicio terapéutico con el

objetivo mejorar la función muscular tanto en la rodilla como en la cadera, así como el uso de plantillas ortopédicas (Collins et al., 2018; Crossley et al., 2019; Willy et al., 2019).

En la actualidad, la evidencia científica es clara en cuanto al uso del ejercicio terapéutico como tratamiento principal en pacientes con SDFP. Se recomienda que el enfoque principal del tratamiento consista en la implementación de ejercicios dirigidos a la cadera y la rodilla con el objetivo de mejorar el dolor y la función a corto, medio y largo plazo (Clijisen et al., 2014; Collins et al., 2018; Rogan et al., 2019; van der Heijden et al., 2015; Willy et al., 2019). Esto implica que la punción seca debe considerarse como una intervención complementaria dentro de un programa terapéutico basado principalmente en un programa de ejercicios. De hecho, en la práctica clínica, los fisioterapeutas no aplican un solo tratamiento o intervención de forma aislada para el manejo del dolor de rodilla, sino que prefieren utilizar enfoques multimodales que integran diferentes intervenciones terapéuticas. Por lo tanto, resulta difícil determinar los efectos aislados de la punción seca de PGM en los resultados clínicos.

Un punto importante que hay que mencionar es que la actual guía clínica sobre SDFP recomienda que, en las fases iniciales del tratamiento del SDFP, es decir, a corto plazo, se debería priorizar los ejercicios enfocados en la cadera en comparación con aquellos dirigidos a la rodilla (Willy et al., 2019). Esto se podría explicar por el hecho de que, durante las fases iniciales, los pacientes experimentan mayor dolor y los tejidos articulares son más sensibles al estrés tisular debido a su alto grado de inflamación e irritabilidad (Brushoj et al., 2007). En este contexto, la punción seca, según los hallazgos de este metaanálisis, puede desempeñar un papel importante en esta etapa inicial para el manejo del dolor ya que, puede contribuir a reducir la sensibilización de los tejidos y mejorar la función muscular, lo cual puede facilitar la implementación de un programa de ejercicio terapéutico (Ceballos-Laita et al., 2021; Fernández-De-Las-Peñas & Nijs, 2019). Asimismo, esto respalda uno de los principios fundamentales de la fisioterapia contemporánea, que establece que la mayoría de las técnicas de terapia manual y punción seca deben considerarse como estrategias terapéuticas moduladoras del dolor, más allá de ser el tratamiento principal. Estas técnicas ayudan a facilitar el movimiento que, en condiciones de dolor, se ve alterado (Bishop et al., 2015; Espejo-Antúnez et al., 2017; Fernández-De-Las-Peñas & Nijs, 2019; Short et al., 2023).

En la mayoría de los estudios que incluyeron pacientes con SDFP se siguió una metodología de aplicación de la punción seca similar. Específicamente, se trataron los

músculos con PGM y se registraron REL durante el tratamiento mediante la técnica de punción seca profunda. Además, la intervención fue realizada por fisioterapeutas (Gattie et al., 2017). Sin embargo, cabe destacar que el número total de sesiones, así como la frecuencia y el tiempo de aplicación de los tratamientos, fueron heterogéneos en los diferentes estudios.

Pese a que en los últimos años los estudios sobre la prevalencia de PGM en pacientes con SDFP han aportado una información importante sobre los músculos que se encuentran comúnmente más afectados por SDM (Roach et al., 2013; Rozenfeld et al., 2020; Samani et al., 2020), en los ensayos incluidos en este metaanálisis se ha observado cierta heterogeneidad en la musculatura tratada. En cuatro ensayos (Abyaneh et al., 2016; Espí-López et al., 2017; Z. Patel et al., 2019; Sutlive et al., 2018) los autores se centraron en el tratamiento de los PGM en el cuádriceps mientras que, en uno se trataron solo los isquiotibiales (Mason et al., 2016) y en el estudio restante (Zarei et al., 2020) se abordó únicamente el glúteo medio y el cuadrado lumbar.

En relación con lo anterior, se ha podido evidenciar también cierta heterogeneidad e incongruencia en cuanto al tratamiento de PGM activo o latentes: en dos estudios se trataron PGM latentes (Mason et al., 2016; Zarei et al., 2020), en uno PGM activos (Espí-López et al., 2017) y en los demás estudios los autores no proporcionaron información clara sobre si habían tratado PGM activos o latentes (Abyaneh et al., 2016; Z. Patel et al., 2019; Sutlive et al., 2018). Es importante que los investigadores y los clínicos tengan en cuenta que, en el abordaje del dolor musculoesquelético por PGM mediante punción seca, hay que priorizar el tratamiento de los PGM activos, puesto que son los que reproducen sintomatología de los pacientes (Dommerholt & Fernandez-de-las Peñas, 2019; Fernández-de-las-Peñas & Dommerholt, 2018; Fernández-De-Las-Peñas & Nijs, 2019). Sin embargo, también es cierto que los PGM latentes tienen una importancia clínica que puede ser relevante, ya que se ha demostrado que alteran la función muscular, que a su vez puede favorecer la activación de otros PGM (Celik & Mutlu, 2013; Donnelly et al., 2019; Ge et al., 2012; Lucas, 2008). También parece ser que los PGM latentes envían potenciales de acción infraumbrales capaces de sensibilizar la asta posterior de la médula contribuyendo así al fenómeno de sensibilización central (Shah et al., 2015). De hecho, se ha demostrado que en pacientes con SDM tanto el tratamiento de PGM activos como de PGM latentes es eficaz, sin embargo, el tratamiento de los PGM activos da mejores resultados terapéuticos (Martín-Sacristán et al., 2022). Ahora bien, la evidencia científica

también sugiere que el tratamiento combinado de PGM activos y latentes es más eficaz que el tratamiento exclusivo de PGM activos (Calvo-Lobo et al., 2018). En base a esta afirmación, es posible que el tratamiento simultáneo de PGM activos y latentes en los músculos más relevantes, en sujetos con SDFP, sea la opción más correcta y con un mayor efecto terapéutico, pero se requiere más evidencia científica que respalde esta afirmación. De ser así, posiblemente en los estudios incluidos en este metaanálisis los tratamientos de punción seca no hayan alcanzado el máximo efecto terapéutico posible.

Por lo tanto, sería beneficioso para futuras investigaciones determinar qué músculos son más relevantes para el tratamiento del SDFP y explorar protocolos consistentes para la aplicación de la punción seca en esta población. Con este fin, se podrían establecer dos criterios para la elección de los músculos a tratar, dependiendo del enfoque adoptado; en primer lugar, se podría considerar la identificación de aquellos músculos con PGM activos que reproduzcan el dolor experimentado por los pacientes. En segundo lugar, se podría tener en cuenta la identificación de PGM en los músculos que suelen presentar con mayor frecuencia alguna disfunción motora, es decir, que presenten PGM latentes. Como se ha podido apreciar anteriormente, literatura científica sugiere que ambas estrategias terapéuticas son eficaces, pero hasta ahora pocos estudios se han centrado en el tratamiento de ambos tipos de PGM en el contexto del SDFP.

Además, no hay que olvidar que es crucial identificar y abordar los factores causales o perpetuantes de los PGM para lograr beneficios a largo plazo con el tratamiento de la punción seca. De lo contrario, la formación y activación de los PGM persistirán con el tiempo.

### **6.1.2 Artrosis de rodilla y dolor posquirúrgico**

El presente metaanálisis no ha encontrado efectos significativos de la punción seca de PGM en el manejo de la artrosis de rodilla y el dolor posquirúrgico. Este hallazgo podría deberse a varias razones posibles que se van a desarrollar a continuación.

En primer lugar, existe un número limitado de estudios sobre estas entidades clínicas. De hecho, solo se encontraron dos ensayos que investigaron los efectos de la punción seca en la artrosis de rodilla (Itoh et al., 2008; Sánchez-Romero et al., 2018), y otros dos que analizaron los efectos en el dolor posquirúrgico (Mayoral et al., 2013;

Sutlive et al., 2018). Estos ensayos incluyeron pacientes que se habían sometido a cirugía de prótesis total de rodilla y cirugía de ligamento cruzado anterior, respectivamente. Por lo tanto, en la actualidad, el número limitado de estudios disponibles dificulta determinar el papel de los PGM y los beneficios de la punción seca en este subgrupo de pacientes con dolor de rodilla.

En segundo lugar, es importante tener en cuenta la predominancia de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes al dolor de la condición clínica que se está evaluando, ya que juegan un papel crucial en la elección del tratamiento (Chimenti et al., 2018; Kolski et al., 2016; Kumar & Saha, 2011; Schäfer et al., 2009). En el caso del SDFP, a pesar de que su etiología es multifactorial, se ha observado que la alteración biomecánica de las articulaciones vecinas, como la cadera y la rodilla, desempeña un papel importante en la sobrecarga tisular del complejo femoropatelar (Crossley et al., 2019; Giles et al., 2013; Neal et al., 2019; Powers et al., 2017; Tan et al., 2020). Esto, a su vez, explica las características mecánicas de la sintomatología que presentan los pacientes con SDFP (Barton & Crossley, 2016; Curran et al., 2022), indicando la predominancia de un dolor de características nociceptivas por irritación de los tejidos periféricos (Biedert & Kernén, 2001). Sin embargo, en el caso de la artrosis de rodilla y el dolor posoperatorio, los aspectos biomecánicos no parecen tener tanta relevancia en la clínica sino que el dolor presenta, más bien, características inflamatorias y está mantenido por mecanismos de sensibilización central y periférica, que a su vez están más relacionados con procesos de degeneración articular, lesiones tisulares, inflamación articular y periarticular y derrame articular meniscos (Brandt et al., 2006; Fingleton et al., 2015; Grosu et al., 2014; Hastalik et al., 2010; Kim et al., 2019, 2022; Kurien et al., 2022; Loeser et al., 2012; Rice et al., 2018).

Además, los estudios han demostrado que la presencia de sustancias inflamatorias a nivel articular puede actuar como un foco continuo de nocicepción, lo cual puede alterar la transmisión sináptica y favorecer mecanismos neuroplásticos en el sistema nervioso central. Esto puede llevar a fenómenos de sensibilización periférica y central que pueden explicar en parte a la aparición y mantenimiento de los PGM. Por lo tanto, la única manera de inactivar de forma definitiva los PGM y reducir el grado de sensibilización central sería tratando los mecanismos inflamatorios articulares (Neogi et al., 2016; Ohashi et al., 2023).

Otra posible explicación radica en la existencia de subgrupos de pacientes con artrosis de rodilla o dolor posquirúrgico cuyos síntomas podrían estar relacionados con mecanismos de dolor neuropático. De hecho, se ha reportado que más del 25 % de estos pacientes presentan un dolor de características neuropáticas (French et al., 2017), lo que implica que la punción seca no sería el tratamiento más indicado en estos casos. Por lo tanto, la complejidad de los mecanismos de dolor asociados a los síntomas de la artrosis de rodilla y el dolor posquirúrgico puede explicar, al menos en parte, la falta de efectividad de la punción seca de PGM.

Además, con relación a los derrames y procesos inflamatorios articulares de la rodilla, se ha descrito un fenómeno llamado inhibición muscular artrogénica (AMI) en la musculatura periarticular. La AMI es un proceso en el cual la presencia de dolor articular y/o derrame articular provoca una inhibición de la musculatura periarticular a través de mecanismos mediados por adaptaciones neuroplásticas en distintos niveles del sistema nervioso central (Rice et al., 2014; Sonnery-Cottet et al., 2019). Por lo tanto, es lógico pensar que los PGM se mantengan mediante un círculo vicioso generado por las adaptaciones y compensaciones musculares causadas por la AMI, la presencia de sensibilización central y posiblemente otros procesos fisiopatológicos (Neogi et al., 2016; Ohashi et al., 2023; Rice et al., 2014; Sonnery-Cottet et al., 2019). Por lo tanto, esto refuerza la hipótesis que, para lograr resultados óptimos, el tratamiento de estas condiciones requiere abordajes terapéuticos más complejos dirigidos a la degeneración articular, la inflamación y otros factores implicados en su fisiopatología para resolver definitivamente la AMI y la sensibilización central.

En tercer lugar, se ha constatado la presencia de cambios estructurales en la musculatura de la rodilla asociados a la artrosis de rodilla. En un reciente metaanálisis se ha observado que los individuos con artrosis de rodilla sufren de atrofia muscular e infiltración grasa en dichos músculos (Pedroso et al., 2019). Por otro lado, se sabe que no existe una asociación directa entre los PGM y la atrofia muscular (Dommerholt, 2011). Estos resultados sugieren la existencia de mecanismos más complejos implicados en el dolor asociado a la artrosis de rodilla y al dolor posquirúrgico que no se pueden explicar con la teoría de los PGM.

En cuarto lugar, es crucial considerar ciertos factores en la artrosis de rodilla que pueden influir en la eficacia de la punción seca como el peso, la edad, el sedentarismo y afectaciones metabólicas como la diabetes tipo 2. De hecho, estas características han sido

identificadas como factores de riesgo en el desarrollo de la artrosis, destacando la importancia de su abordaje como parte integral de la estrategia terapéutica. Dicha intervención puede desempeñar un papel fundamental en la evolución del cuadro clínico (Georgiev & Angelov, 2019; Katz et al., 2021; Mayoral Rojals, 2021).

Por último, cabe destacar que en la mayoría de los ensayos (75 %, n=3) se aplicó la punción seca exclusivamente en la musculatura de la rodilla. Sin embargo, un reciente metaanálisis ha informado que la inclusión de ejercicios destinados a la musculatura de la cadera condujo a una mejora mayor en el dolor y la función en pacientes con artrosis de rodilla (Hislop et al., 2020). Teniendo en cuenta el razonamiento expuesto anteriormente, es plausible que la aplicación de la punción seca en la musculatura de la región pélvica pueda generar resultados más favorables, un hecho, como se ha podido explicar anteriormente, esta hipótesis ya se ha demostrado en el SDFP (Zarei et al., 2020).

## **6.2 Seguridad de la punción seca**

La punción seca es una técnica invasiva o semi-invasiva que requiere considerar los aspectos de higiene, asepsia y seguridad. En un estudio reciente que examinó los efectos adversos de la punción seca se encontró que la mayoría de los efectos adversos fueron clasificados como menores. Los tres más comunes fueron el sangrado (16 %), hematoma (7,7 %) y dolor durante la intervención (5,9 %) (Boyce et al., 2020). Este estudio concluyó que la punción seca es una terapia segura, con pocos efectos secundarios.

En general, la mayoría de los estudios incluidos en este metaanálisis no han encontrado efectos adversos significativos, excepto la aparición de dolor postpunción. Esto sugiere que, en términos generales, la punción seca puede considerarse segura, siempre y cuando se sigan las medidas adecuadas de higiene, los protocolos de asepsia, y se tomen en cuenta las relaciones anatómicas de cada músculo. Por eso es importante que los fisioterapeutas estén adecuadamente formados y sigan las pautas de seguridad correspondientes para minimizar cualquier riesgo potencial asociado con esta técnica.

Es importante tener en cuenta que, según la ubicación anatómica en la que se realice la punción seca, pueden ocurrir efectos adversos mayores. Algunos casos han informado sobre la aparición de infecciones después de la aplicación de punción seca

(Kim et al., 2018; Moody et al., 2020). Aunque estas complicaciones son poco frecuentes, la higiene y asepsia de la zona que se vaya a tratar con punción seca son fundamentales para minimizar el riesgo de infección y garantizar la correcta y segura realización de la técnica.

Al analizar los músculos tratados en los ensayos incluidos en este metaanálisis, se observa que se abordaron diferentes músculos, como el cuádriceps, los isquiotibiales, el poplíteo, los gastrocnemios, el sartorio, el tensor de la fascia lata, los aductores, el glúteo medio, el glúteo menor y el cuadrado lumbar. Es importante tener en cuenta que los riesgos asociados a la punción seca pueden variar según el músculo, la ubicación del PGM dentro del mismo músculo y la técnica o vía de abordaje utilizada.

Al tratar el músculo cuádriceps es importante tener en cuenta que tanto el vasto lateral como el vasto medial presentan fibras musculares distales que se insertan en la rótula o forman el tendón cuadriceps. Estas fibras se relacionan en su cara más profunda con el receso suprapatelar, que es una estructura sinovial de la articulación de la rodilla y puede extenderse a lo largo de los bordes superior, superomedial y superolateral de la rótula (W.-T. Wu et al., 2024; Yadav et al., 2023). Es necesario considerar esta estructura debido a los posibles riesgos de infección en la rodilla, especialmente en pacientes que han sido sometidos a cirugía de rodilla. Además, en el caso del vasto medial, debemos tener en cuenta que su borde medial forma, junto con el aductor mayor y el sartorio, el canal vasto-adorador o canal de Hunter. A través de este canal pasa el nervio safeno, el ramo motor del vasto medial y la arteria y venas femorales (Wong et al., 2017).

Al tratar el músculo recto anterior es importante tener en cuenta su relación proximal con la articulación de la cadera, que se encuentra en una posición más profunda. También debemos considerar las ramificaciones proximales del nervio crural y los vasos femorales (Plante et al., 2019; Ryan et al., 2014).

El principal riesgo al abordar la musculatura isquiotibial en su conjunto es el nervio ciático, nervio de gran tamaño que desciende verticalmente a lo largo del compartimento posterior del muslo entre la musculatura isquiotibial y el aductor mayor. Durante la punción en este área es importante tener en cuenta las posibles reacciones nerviosas en el pie, que podrían indicar que la aguja ha entrado en contacto con el nervio. Además, debemos tener en cuenta que a nivel subcutáneo se encuentra el nervio cutáneo femoral posterior, que proporciona inervación cutánea a la parte posterior del muslo. En



cuanto a las fibras más distales de la cabeza corta del bíceps femoral y el semimembranoso, están en relación con la parte posterior de la articulación de la rodilla. Además, la cabeza corta del bíceps femoral se relaciona con la división lateral del nervio ciático, conocido como el nervio peroneo común (S. H. Lee et al., 2023; Yoshida et al., 2017).

Al abordar la musculatura aductora, es importante tener en cuenta la anatomía nerviosa presente en esta región. En el plano mioaponeurótico formado por el aductor largo y menor, se encuentra la rama superficial del nervio obturador, mientras que la rama profunda discurre entre el aductor corto y el aductor mayor. Este último también se relaciona dorsalmente con el nervio ciático. Además, las fibras más laterales del aductor largo están en relación, a través del canal de Hunter, con el nervio safeno, el nervio motor del vasto medial y los vasos femorales superficiales (S. H. Lee et al., 2023; Yoshida et al., 2017).

El músculo sartorio presenta relaciones anatómicas importantes en su proximidad a la inserción iliaca. En esta región, se encuentra próximo al nervio femorocutáneo lateral y a la división del nervio y los vasos femorales. A lo largo de su trayecto por el muslo, el músculo sartorio cubre completamente los vasos femorales superficiales, el nervio safeno y el nervio que inerva al vasto medial (Ishiguro et al., 2012; Wong et al., 2017).

El tensor de la fascia lata tiene su vientre muscular en la cara anterolateral de la cadera. En su vertiente medial y profunda se encuentra en relación con el nervio femorocutáneo lateral (Ropars et al., 2009).

Tanto el músculo poplíteo como las fibras proximales de los gastrocnemios están en relación con el paquete vasculonervioso tibial. Las fibras más dorsales del poplíteo se relacionan directamente, ya que el paquete vasculonervioso discurre encima de este músculo antes de atravesar la arcada del sóleo. Por su parte, los gastrocnemios forman el vértice inferior del hueco poplíteo, lo que los relaciona con las ramificaciones vasculonerviosas (Greenwood et al., 2021; Ishii et al., 2023; Picelli et al., 2019). Además, la unión miotendinosa de los gastrocnemios se relaciona con la cara posterolateral y posteromedial de la articulación de la rodilla.

Para los glúteos medio y menor es importante tener en cuenta que las fibras más distales se relacionan con la articulación de la cadera. Además, entre estos dos músculos,

discurre el paquete vasculonervioso glúteo superior a través del plano miofascial (Cooper et al., 2015; Flack et al., 2012).

Finalmente, el cuadrado lumbar es un músculo que se encuentra en el límite posterior de la cavidad abdominal. Por lo tanto, será necesario tener en cuenta sus dos principales relaciones anatómicas: la cavidad abdominal y el espacio retroperitoneal, donde se encuentran los riñones. Además, en su plano fascial anterior, se relaciona con los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico (Elsharkawy, 2017; Kadam et al., 2019; Yadav et al., 2023).

Como se puede observar, los posibles riesgos asociados a la punción seca en la musculatura tratada en los ensayos analizados se relacionan principalmente con estructuras vasculonerviosas, la articulación de la rodilla y de la cadera y la cavidad abdominal en el caso del cuadrado lumbar.

Si bien la punción seca parece ser una técnica segura cuando se aplica correctamente, es importante que los terapeutas sean conscientes de los posibles riesgos asociados a la técnica en cada región del cuerpo donde se aplique, y tomen las precauciones necesarias. Esto subraya la importancia de tener un conocimiento profundo de la anatomía, que no se limita únicamente al sistema musculoesquelético. Con una comprensión completa de la anatomía de la región a tratar, los terapeutas pueden identificar y evitar posibles estructuras vasculonerviosas o áreas sensibles, garantizando así una aplicación segura y efectiva de la punción seca.

Es fundamental tener en cuenta estos factores durante la realización de la punción seca con el fin de minimizar los riesgos y garantizar la seguridad del procedimiento.

Los datos de este metaanálisis confirman los hallazgos de otros estudios que, demostraron que el dolor postpunción es un efecto adverso menor frecuente tras los tratamientos de punción seca. Pese a ello, no hay que minimizar su importancia, dado que el dolor postpunción tiene un impacto negativo en la satisfacción de los pacientes así como en la adherencia al tratamiento de punción seca (Diciolla et al., 2021; Martín-Pintado Zugasti et al., 2014; Martín-Pintado-Zugasti et al., 2016, 2018). Es recomendable que, los fisioterapeutas apliquen en sus protocolos de tratamiento, medidas para el manejo del dolor postpunción para poder reducir su intensidad. Se ha demostrado que la presión inhibitoria, el spray estiramiento, la electropunción y el ejercicio son medidas eficaces para tratar el dolor postpunción (Diciolla et al., 2021; León-Hernández et al., 2016;

Martín-Pintado Zugasti et al., 2014; Martín-Pintado-Zugasti et al., 2015; Salom-Moreno et al., 2017).

En un ensayo incluido en este metaanálisis (Velázquez-Saornil et al., 2017) los autores reportaron que tres pacientes (13,6 %) presentaron un sangrado de más de 4 cm<sup>2</sup> tras el tratamiento de punción, de los cuales un sujeto decidió retirarse del estudio por ese motivo. Este hallazgo entra dentro de la normalidad en cuanto a los datos científicos publicados sobre los efectos secundarios de la punción seca (Boyce et al., 2020), pero es importante remarcar que, en ese estudio, de los veintidós pacientes tratados con punción seca, catorce (63,3 %), estaban bajo tratamiento de anticoagulantes con heparina, que puede retrasar la hemostasia. Es necesario considerar que, más allá de las características del paciente, existen otros factores que pueden influir en el sangrado tras un tratamiento con punción como puede ser la región tratada, el diámetro de la aguja y la técnica utilizada. Para reducir el riesgo de sangrado se recomienda aplicar una hemostasia por presión manual durante 5 segundos en pacientes no anticoagulados y de 10-15 segundos en pacientes que tomen anticoagulantes (Muñoz et al., 2022). La APTA recomienda que en pacientes con una tendencia al sangrado la punción seca en músculos profundos debería ser evitada dado que no se pueden aplicar mediadas de hemostasia (APTA, 2013).

### **6.3 Fortalezas y limitaciones del metaanálisis**

Si bien este metaanálisis es el primero que examina de forma específica los efectos de la punción seca en PGM en pacientes con dolor de rodilla de origen musculoesquelético, es importante considerar las fortalezas y limitaciones de los resultados actuales antes de generalizarlos.

Este metaanálisis presenta puntos fuertes en cuanto a su metodología, que incluye una búsqueda amplia y exhaustiva de la literatura en diversas bases de datos, un alto rigor metodológico, una extracción de datos controlada, un análisis estadístico riguroso y la inclusión exclusiva de ensayos aleatorizados controlados con alta calidad metodológica. Estos aspectos garantizan la calidad y confiabilidad de la información proporcionada por este estudio.

Esta revisión sistemática y metaanálisis se sitúa en el nivel más alto de evidencia científica (nivel 1), con lo que se puede considerar una importante contribución a la medicina basada en la evidencia. Esto se debe a que se basa en datos de ensayos aleatorizados controlados (nivel 1 de evidencia) y escalas de puntuaciones validadas para respaldar sus conclusiones. Como resultado, los hallazgos de este estudio deben ser integrados en el marco de la medicina basada en la evidencia y considerados en la formulación de futuras guías clínicas.

El presente metaanálisis proporciona un marco conceptual relevante para la práctica clínica al permitir la identificación de subgrupos de pacientes con dolor de rodilla, en los cuales la punción seca está más indicada, en particular aquellos que presentan SDFP.

Entre las limitaciones del presente metaanálisis es importante destacar el número relativamente pequeño de ensayos clínicos incluidos en el análisis (n=10). Además, se observó una escasez de ensayos clínicos que estudiaran los efectos de la punción seca en el dolor por artrosis de rodilla (n=2) o el dolor posquirúrgico (n=2). Estas limitaciones en la disponibilidad de estudios pueden influir en la generalización de los resultados y en la robustez de las conclusiones obtenidas.

Además, es importante señalar que en los estudios incluidos en este metaanálisis se observó una variabilidad en la aplicación de la punción seca en términos de dosis de

tratamiento. Hubo divergencias en el tiempo de aplicación, el número de sesiones, la frecuencia de la punción seca y los músculos tratados. Estas diferencias entre los estudios pueden explicar la heterogeneidad y la imprecisión de los resultados obtenidos en algunos ensayos.

Además, se debe tener en cuenta que se trataron diferentes tipos de PGM en los estudios, incluyendo tanto PGM activos como PGM latentes. Sería beneficioso mejorar la descripción de las intervenciones aplicadas para facilitar la replicación de los protocolos de tratamiento.

En vista de estas consideraciones, es importante interpretar los resultados de este metaanálisis con precaución y tener en cuenta las limitaciones mencionadas.

## 6.4 Implicaciones clínicas e investigadoras

Tal y como se ha podido apreciar, el presente metaanálisis ha encontrado evidencia de calidad baja a moderada que respalda el uso de la punción seca de PGM en el tratamiento del SDFP. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia suficiente que respalde su eficacia en el tratamiento del dolor por artrosis de rodilla o posquirúrgico. Es importante destacar que existen diversas cuestiones que deben ser abordadas en futuros estudios.

En primer lugar, es importante destacar que la mayoría de los estudios analizados en este metaanálisis se centraron en evaluar los efectos a corto plazo de la punción seca en el dolor de rodilla. Solo dos estudios incluidos en el análisis proporcionaron un seguimiento a largo plazo para cada condición de dolor de rodilla. Esto indica una clara necesidad de realizar ensayos clínicos aleatorizados que investiguen específicamente los efectos a largo plazo de la punción seca en combinación con ejercicio para el tratamiento del dolor de rodilla. Esto proporcionaría una visión más completa de los beneficios potenciales de la punción seca y permitiría evaluar su eficacia en el manejo a largo plazo del dolor de rodilla. Además, estos estudios podrían ayudar a identificar posibles factores predictivos o variables de respuesta que influyan en los resultados a largo plazo.

En futuros estudios, se recomienda encarecidamente que los autores brinden una explicación detallada y justificación sólida del razonamiento utilizado para la selección de los músculos tratados y los tiempos de tratamiento con punción seca. Esto es esencial para unificar los criterios utilizados en la investigación y facilitar la reproducción de los protocolos en estudios futuros y su aplicación clínica.

La claridad en la elección de los músculos tratados permitirá una comparabilidad más precisa entre los diferentes estudios y ayudará a identificar patrones o tendencias consistentes en la efectividad de la punción seca en músculos específicos. Además, una justificación adecuada para los tiempos de tratamiento contribuirá a determinar la duración óptima de la intervención y permitirá establecer pautas más claras para los profesionales clínicos.

La estandarización de los criterios de selección de los músculos y los tiempos de tratamiento también facilitará la replicación de los protocolos en diferentes entornos clínicos y mejorará la comparabilidad de los resultados. Esto ayudará a generar una base de evidencia más sólida y confiable sobre la efectividad de la punción seca en el

tratamiento de diversas afecciones musculoesqueléticas. Asimismo, la explicación detallada del razonamiento utilizado para la selección de los músculos tratados y los tiempos de tratamiento fomentará la transparencia y permitirá a otros investigadores y clínicos comprender mejor los fundamentos teóricos y científicos detrás de estas decisiones.

Es esencial desarrollar un enfoque de razonamiento clínico para abordar el síndrome del dolor miofascial, lo cual permitiría a los fisioterapeutas identificar con precisión qué PGM son más relevantes para cada condición clínica específica.

Es importante tener en cuenta la utilización de intervenciones simuladas de punción seca en los ensayos clínicos, ya que resulta difícil determinar si el efecto de la punción seca real es superior al de la intervención simulada. En un estudio realizado por Braithwaite et al. (2020), se concluyó que la diversidad en las intervenciones simuladas de punción seca utilizadas en los ensayos clínicos, dificulta la comparación de los efectos del enmascaramiento a lo largo de los estudios.

Tal y como se ha demostrado en el presente metaanálisis y en estudios precedentes (Braithwaite et al., 2019), el proceso de cegamiento en un ensayo clínico de fisioterapia puede resultar un verdadero desafío. Sobre todo, cuando se trata de técnicas como la punción seca, ya que tanto el terapeuta como el paciente están plenamente conscientes del procedimiento, y el paciente experimenta sensaciones específicas a la intervención.

En la práctica clínica, es común que los fisioterapeutas utilicen un enfoque multimodal en el tratamiento del dolor, que combina educación terapéutica, técnicas de terapia manual, ejercicio y diferentes modalidades físicas. Sería beneficioso que las investigaciones futuras evaluaran la relación coste-efectividad de la incorporación de la punción seca dentro de un enfoque multimodal a largo plazo. Esto permitiría obtener información sobre la eficacia y eficiencia de su inclusión en el tratamiento global del paciente.

Los fisioterapeutas deben estar conscientes de que uno de los efectos adversos más comunes, como han señalado los estudios citados anteriormente, es el dolor postpunción. Por lo tanto, es importante que los fisioterapeutas normalicen la aparición de este efecto adverso durante los tratamientos de punción seca y, sobre todo, informen a los pacientes de antemano.

En el futuro, sería beneficioso establecer reglas de predicción clínica que permitan identificar qué pacientes o qué tipos de afecciones son más propensos a responder positivamente a los tratamientos de punción seca. Esto facilitaría la selección de pacientes adecuados y mejoraría la efectividad de los tratamientos.

Por último, es importante destacar que la punción seca de PGM podría ser beneficiosa para otras afecciones de dolor de rodilla, como la tendinopatía rotuliana. Sin embargo, en este metaanálisis no se incluyeron ensayos relacionados con esta condición específica. Se ha informado en una revisión sistemática que la punción seca del tendón tuvo efectos positivos en pacientes con tendinopatía rotuliana. Sin embargo, esta revisión solo incluyó cuatro estudios y ninguno de ellos se centró en la tendinopatía rotuliana en sí (Krey et al., 2015). Recientemente, en un estudio, se encontró un estudio que demostró un efecto positivo de la punción seca en pacientes con tendinopatía rotuliana (Mendonça et al., 2020). Sin embargo, este estudio se excluyó de nuestro análisis debido a que la punción seca se combinó con una inyección.





## VII. CONCLUSIONES



## 7 CONCLUSIONES

1. Existe evidencia baja a moderada que sugiere un efecto positivo a corto plazo, de la punción seca de PGM para el tratamiento del dolor y la discapacidad asociada, en pacientes con dolor femoropatelar cuando se compara con otra intervención de fisioterapia, grupo control o placebo.
2. Específicamente, el efecto terapéutico de la punción seca fue observado, a corto plazo, en pacientes con SDFP pero no en aquellos con artrosis de rodilla o dolor posquirúrgico.
3. No existe ningún efecto significativo de la punción seca de PGM para el tratamiento del dolor asociado a la artrosis de rodilla y a la cirugía de rodilla.
4. El efecto adverso más común de la punción seca es el dolor postpunción, con lo cual se puede considerar es una técnica segura con poco riesgo de efectos adversos mayores.
5. El sesgo más frecuente de los ensayos clínicos es el cegamiento de los terapeutas y de los pacientes.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA



## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Abbaszadeh-Amirdehi, M., Ansari, N. N., Naghdi, S., Olyaei, G., & Nourbakhsh, M. R. (2017). Therapeutic effects of dry needling in patients with upper trapezius myofascial trigger points. *Acupuncture in Medicine*, 35(2), 85–92. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2016-011082>
- Abyaneh, H. M., Mosallanezhad, Z., Mohammadalizade, H., Bakhshi, E., Vahedi, G., & Nourbakhsh, M. R. (2016). Physiotherapy with and without superficial dry needling affects pain and muscle strength in patients with patellofemoral pain syndrome. *Iranian Rehabilitation Journal*, 14(1), 23–30. <https://doi.org/10.15412/J.IRJ.08140104>
- Albin, S. R., Koppenhaver, S. L., MacDonald, C. W., Capoccia, S., Ngo, D., Phippen, S., Pineda, R., Wendlandt, A., & Hoffman, L. R. (2020). The effect of dry needling on gastrocnemius muscle stiffness and strength in participants with latent trigger points. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102479>
- Albuquerque-García, A., Rodrigues-De-Souza, D. P., Fernández-De-Las-Peñas, C., & Albuquerque-Sendín, F. (2015). Association between muscle trigger points, ongoing pain, function, and sleep quality in elderly women with bilateral painful knee osteoarthritis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 38(4), 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.10.018>
- Albuquerque-Sendín, F., Camargo, P. R., Amilton Vieira, W., & Salvini, T. F. (2013). Bilateral Myofascial Trigger Points and Pressure Pain Thresholds in the Shoulder Muscles in Patients With Unilateral Shoulder Impingement Syndrome A Blinded, Controlled Study. [www.clinicalpain.com](http://www.clinicalpain.com)
- Altindiş, T., & Güngörmüş, M. (2019). Thermographic evaluation of occlusal splint and low level laser therapy in myofascial pain syndrome. *Complementary Therapies in Medicine*, 44, 277–281. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.05.006>
- Ambite-Quesada, S., Arias-Buría, J. L., Courtney, C. A., Arendt-Nielsen, L., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2018). Exploration of Quantitative Sensory Testing in



Latent Trigger Points and Referred Pain Areas. *The Clinical Journal of Pain*, 34(5), 409–414. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000560>

APTA. (2013). *Description of Dry Needling In Clinical Practice: An Educational Resource Paper*.

Arendt-Nielsen, L., Sluka, K. A., & Nie, H. L. (2008). Experimental muscle pain impairs descending inhibition. *Pain*, 140(3), 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.09.027>

Arias-Buría, J. L., Martín-Saborido, C., Cleland, J., Koppenhaver, S. L., Plaza-Manzano, G., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2018). Cost-effectiveness evaluation of the inclusion of dry needling into an exercise program for subacromial pain syndrome: Evidence from a randomized clinical trial. *Pain Medicine (United States)*, 19(12), 2336–2347. <https://doi.org/10.1093/pm/pny021>

Austin, T. M., Richter, R. R., & Sebelski, C. A. (2014). Introduction to the GRADE Approach for Guideline Development: Considerations for Physical Therapist Practice. *Physical Therapy*, 94(11), 1652–1659. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130627>

Azadeh, H., Dehghani, M., & Zarezadeh, A. (2010). Incidence of trapezius myofascial trigger points in patients with the possible carpal tunnel syndrome. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 15(5), 250–255.

Bagcier, F., Yurdakul, O. V., Üşen, A., & Bozdog, M. (2022). The relationship between gluteus medius latent trigger point and muscle strength in healthy subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 29, 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.10.001>

Baraja-Vegas, L., Martín-Rodríguez, S., Piqueras-Sanchiz, F., Faundez-Aguilera, J., Bautista, I. J., Barrios, C., & Fernández-De-Las-Peñas, C. (2019). Localization of Muscle Edema and Changes on Muscle Contractility after Dry Needling of Latent Trigger Points in the Gastrocnemius Muscle. *Pain Medicine (United States)*, 20(7), 1387–1394. <https://doi.org/10.1093/pm/pny306>

Barton, C. J., & Crossley, K. M. (2016). Sharing decision-making between patient and clinician: The next step in evidence-based practice for patellofemoral pain? In

British Journal of Sports Medicine (Vol. 50, Issue 14, pp. 833–834). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095607>

Benito-De-pedro, M., Becerro-De-bengoa-vallejo, R., Losa-Iglesias, M. E., Rodríguez-Sanz, D., López-López, D., Cosín-Matamoros, J., Martínez-Jiménez, E. M., & Calvo-Lobo, C. (2019). Effectiveness between dry needling and ischemic compression in the triceps surae latent myofascial trigger points of triathletes on pressure pain threshold and thermography: A single blinded randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/jcm8101632>

Berrigan, W. A., Whitehair, C. L., & Zorowitz, R. D. (2019). Acute Spinal Epidural Hematoma as a Complication of Dry Needling: A Case Report. *PM&R*, 11(3), 313–316. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.07.009>

Biedert, R. M., & Kernen, V. (2001). Neurosensory Characteristics of the Patellofemoral Joint: What Is the Genesis of Patellofemoral Pain? *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 9(4), 295–300. <https://doi.org/10.1097/00132585-200110000-00006>

Bindawas, S. M., Vennu, V., & Al Snih, S. (2015). Differences in health-related quality of life among subjects with frequent bilateral or unilateral knee pain: Data from the osteoarthritis initiative study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(2), 128–136. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5123>

Bishop, M. D., Torres-Cueco, R., Gay, C. W., Lluch-Girbés, E., Beneciuk, J. M., & Bialosky, J. E. (2015). What effect can manual therapy have on a patient's pain experience? *Pain Management*, 5(6), 455–464. <https://doi.org/10.2217/pmt.15.39>

Blacketer, C., Gill, T., Taylor, A., & Hill, C. (2019). Prevalence and healthcare usage of knee pain in South Australia: a population-based study. *Internal Medicine Journal*, 49(9), 1105–1110. <https://doi.org/10.1111/imj.14237>

Blanco, F. J., Silva-Díaz, M., Quevedo Vila, V., Seoane-Mato, D., Pérez Ruiz, F., Juan-Mas, A., Pego-Reigosa, J. M., Narváez, J., Quilis, N., Cortés, R., Romero Pérez, A., Fábregas Canales, D., Font Gayá, T., Bordoy Ferrer, C., Sánchez-Piedra, C., Díaz-González, F., & Bustabad-Reyes, S. (2021). Prevalence of symptomatic osteoarthritis in Spain: EPISER2016 study. *Reumatología Clínica*, 17(8), 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.reuma.2020.01.008>

- Blyth, F. M., & Noguchi, N. (2017). Chronic musculoskeletal pain and its impact on older people. In *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* (Vol. 31, Issue 2, pp. 160–168). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.10.004>
- Bonanni, R., Cariati, I., Tancredi, V., Iundusi, R., Gasbarra, E., & Tarantino, U. (2022). Chronic Pain in Musculoskeletal Diseases: Do You Know Your Enemy? In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 11, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm11092609>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470743386>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 1(2), 97–111. <https://doi.org/10.1002/jrsm.12>
- Borg-Stein, J., & Iaccarino, M. A. (2014). Myofascial pain syndrome treatments. In *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* (Vol. 25, Issue 2, pp. 357–374). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.01.012>
- Boyce, D., Wempe, H., Campbell, C., Fuehne, S., Zylstra, E., Smith, G., Wingard, C., & Jones, R. (2020). Adverse events associated with therapeutic dry needling. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(1), 103–113. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200103>
- Brady, S., McEvoy, J., Dommerholt, J., & Doody, C. (2014). Adverse events following trigger point dry needling: A prospective survey of chartered physiotherapists. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 22(3), 134–140. <https://doi.org/10.1179/2042618613Y.0000000044>
- Braithwaite FA, Walters JL, Li LSK, Moseley GL, Williams MT, McEvoy M.P. Blinding Strategies in Dry Needling Trials: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*. 99(11), 1461-1480. doi: 10.1093/ptj/pzz111
- Braithwaite, F. A., Walters, J. L., Moseley, G. L., Williams, M. T., & McEvoy, M. P. (2020). Towards more homogenous and rigorous methods in sham-controlled dry needling trials: two Delphi surveys. *Physiotherapy (United Kingdom)*, 106, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2019.11.004>

- Brandt, K. D., Radin, E. L., Dieppe, P. A., & Van De Putte, L. (2006). Yet more evidence that osteoarthritis is not a cartilage disease. In *Annals of the Rheumatic Diseases* (Vol. 65, Issue 10, pp. 1261–1264). <https://doi.org/10.1136/ard.2006.058347>
- Brindle, T., Nyland, J., & Johnson, D. L. (2001). The meniscus: review of basic principles with application to surgery and rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 36(2), 160–169.
- Bron, C., Dommerholt, J., Stegenga, B., Wensing, M., & Oostendorp, R. A. (2011). High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 12. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-139>
- Brushoj, C., Holmich, P., Nielsen, M. B., & Albrecht-Beste, E. (2007). Acute patellofemoral pain: aggravating activities, clinical examination, MRI and ultrasound findings. *British Journal of Sports Medicine*, 42(1), 64–67. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.034215>
- Cagnie, B., Barbe, T., De Ridder, E., Van Oosterwijck, J., Cools, A., & Danneels, L. (2012). The influence of dry needling of the trapezius muscle on muscle blood flow and oxygenation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 35(9), 685–691. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.10.005>
- Cagnie, B., Dewitte, V., Barbe, T., Timmermans, F., Delrue, N., & Meeus, M. (2013). Physiologic effects of dry needling topical collection on myofascial pain. *Current Pain and Headache Reports*, 17(8). <https://doi.org/10.1007/s11916-013-0348-5>
- Calmbach, W. L., & Hutchens, M. (2003). Evaluation of patients presenting with knee pain: Part I. History, physical examination, radiographs, and laboratory tests. *American Family Physician*, 68(5), 907–912.
- Calvo-Lobo, C., Pacheco-Da-Costa, S., & Hita-Herranz, E. (2017). Efficacy of deep dry needling on latent myofascial trigger points in older adults with nonspecific shoulder pain: A randomized, controlled clinical trial pilot study. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 40(2), 63–73. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000048>
- Calvo-Lobo, C., Pacheco-da-Costa, S., Martínez-Martínez, J., Rodríguez-Sanz, D., Cuesta-Álvaro, P., & López-López, D. (2018). Dry Needling on the Infraspinatus Latent and Active Myofascial Trigger Points in Older Adults With Nonspecific

- Shoulder Pain: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 41(1), 1–13. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000079>
- Castaldo, M., Catena, A., Fernández-De-Las-Peñas, C., & Arendt-Nielsen, L. (2019). Widespread Pressure Pain Hypersensitivity, Health History, and Trigger Points in Patients with Chronic Neck Pain: A Preliminary Study. *Pain Medicine (United States)*, 20(12), 2516–2527. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz035>
- Ceballos-Laita, L., Jiménez-del-Barrio, S., Marín-Zurdo, J., Moreno-Calvo, A., Marín-Boné, J., Albarova-Corral, M. I., & Estébanez-de-Miguel, E. (2021). Effectiveness of Dry Needling Therapy on Pain, Hip Muscle Strength, and Physical Function in Patients With Hip Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(5), 959–966. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.01.077>
- Celik, D., & Mutlu, E. K. (2013). Clinical implication of latent myofascial trigger point topical collection on myofascial pain. *Current Pain and Headache Reports*, 17(8). <https://doi.org/10.1007/s11916-013-0353-8>
- Celik, D., & Yeldan, P. (2011). The relationship between latent trigger point and muscle strength in healthy subjects: A double-blind study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 24(4), 251–256. <https://doi.org/10.3233/BMR-2011-0302>
- Chen, J.-T., Chung, K.-C., Hou, C.-R., Kuan, T.-S., Chen, S.-M., Hong, C.-Z., & Chen, T. (2001). Inhibitory Effect of Dry Needling on the Spontaneous Electrical Activity Recorded from Myofascial Trigger Spots of Rabbit Skeletal Muscle. In *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*.
- Chen, Q., Wang, H. J., Gay, R. E., Thompson, J. M., Manduca, A., An, K. N., Ehman, R. E., & Basford, J. R. (2016). Quantification of myofascial taut bands. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(1), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.09.019>
- Chimenti, R. L., Frey-Law, L. A., & Sluka, K. A. (2018). A Mechanism-Based Approach to Physical Therapist Management of Pain. *Physical Therapy*, 98(5), 302–314. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy030>

- Chou, L. W., Hsieh, Y. L., Kuan, T. S., & Hong, C. Z. (2014). Needling therapy for myofascial pain: Recommended technique with multiple rapid needle insertion. In *BioMedicine (Taiwan)* (Vol. 4, Issue 2, pp. 39–46). China Medical University. <https://doi.org/10.7603/s40681-014-0013-2>
- Chou, L. W., Kao, M. J., & Lin, J. G. (2012). Probable mechanisms of needling therapies for myofascial pain control. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/705327>
- Cimas, M., Ayala, A., Sanz, B., Agulló-Tomás, M. S., Escobar, A., & Forjaz, M. J. (2018). Chronic musculoskeletal pain in European older adults: Cross-national and gender differences. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 22(2), 333–345. <https://doi.org/10.1002/ejp.1123>
- Clarke, T. C., Nahin, R. L., Barnes, P. M., & Stussman, B. J. (2016). Use of Complementary Health Approaches for Musculoskeletal Pain Disorders Among Adults: United States, 2012. *National Health Statistics Reports*, 98, 1–12.
- Clijisen, R., Fuchs, J., & Taeymans, J. (2014). Effectiveness of Exercise Therapy in Treatment of Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, 94(12), 1697–1708. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130310>
- Coaccioli, S., Sarzi-Puttini, P., Zis, P., Rinonapoli, G., & Varrassi, G. (2022). Osteoarthritis: New Insight on Its Pathophysiology. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 11, Issue 20). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm11206013>
- Collins, N. J., Barton, C. J., Van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B., Davis, I. S., Powers, C. M., Macri, E. M., Hart, H. F., De Oliveira Silva, D., Crossley, K. M., & Collins, N. (2017). Recommendations from the 5 th International Patellofemoral Pain Research Retreat. [www.ipfrn.org](http://www.ipfrn.org)
- Collins, N. J., Barton, C. J., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B. T., Davis, I. S., Powers, C. M., Macri, E. M., Hart, H. F., de Oliveira Silva, D., & Crossley, K. M. (2018). 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral

- Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *British Journal of Sports Medicine*, 52(18), 1170–1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>
- Cooper, H. J., Walters, B. L., & Rodriguez, J. A. (2015). Retracted: Anatomy of the hip capsule and pericapsular structures: A cadaveric study. *Clinical Anatomy*, 28(5), 665–671. <https://doi.org/10.1002/ca.22539>
- Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Barton, C. J., & Culvenor, A. G. (2019). Rethinking patellofemoral pain: Prevention, management and long-term consequences. In *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* (Vol. 33, Issue 1, pp. 48–65). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.02.004>
- Cummings, M., Ross-Marrs, R., & Gerwin, R. (2014). Pneumothorax complication of deep dry needling demonstration. *Acupuncture in Medicine*, 32(6), 517–519. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2014-010659>
- Curran, A. J., Neal, B. S., Barber, P., Bartholomew, C., Morrissey, D., & Lack, S. D. (2022). Clinicians' experience of the diagnosis and management of patellofemoral pain: A qualitative exploration. *Musculoskeletal Science and Practice*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2022.102530>
- Cushman, D. M., Scholl, L. V., Ludlow, M., Cunningham, S., & Teramoto, M. (2021). Accuracy of rib palpation for dry needling of deep periscapular musculature, measured with ultrasound. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 26, 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.008>
- Da Graca-Tarragó, M., Deitos, A., Brietzke, A. P., Torres, I. L. S., Stefani, L. C., Fregni, F., & Caumo, W. (2016). Electrical intramuscular stimulation in osteoarthritis enhances the inhibitory systems in pain processing at cortical and cortical spinal system. *Pain Medicine (United States)*, 17(5), 877–891. <https://doi.org/10.1111/pme.12930>
- de Cássia Pereira Fernandes, R., da Silva Pataro, S. M., de Carvalho, R. B., & Burdorf, A. (2016). The concurrence of musculoskeletal pain and associated work-related factors: a cross sectional study. *BMC Public Health*, 16(1), 628. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3306-4>
- Décary, S., Feldman, D., Frémont, P., Pelletier, J. P., Martel-Pelletier, J., Fallaha, M., Pelletier, B., Belzile, S., Sylvestre, M. P., Vendittoli, P. A., & Desmeules, F. (2018).

Initial derivation of diagnostic clusters combining history elements and physical examination tests for symptomatic knee osteoarthritis. *Musculoskeletal Care*, 16(3), 370–379. <https://doi.org/10.1002/msc.1245>

Deeks, J., Higgins, J., & Altman, D. (2017). Analysing data and undertaking meta-analyses. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.

de-la-Llave-Rincón, A. I., Loa-Barbero, B., Palacios-Ceña, M., Salom-Moreno, J., Ortega-Santiago, R., Ambite-Quesada, S., Arias-Burúa, J. L., & Fernandez-De-Las-Peñas, C. (2016). Manual therapy combined with dry needling for the management of patients with patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy*, 25, e82. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.05.135>

Dibai-Filho, A. V., & Guirro, R. R. D. J. (2015). Evaluation of myofascial trigger points using infrared thermography: A critical review of the literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 38(1), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.10.010>

Dibai-Filho, A. V., Guirro, E. C. O., Ferreira, V. T. K., Brandino, H. E., Vaz, M. M. O. L. L., & de Jesus Guirro, R. R. (2015). Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(2), 122–128. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0076>

Diciolla, N. S., Pérez-Clemente, C., Cámara-Caballero, M., Matienzo-Barreto, A., Real-Rodríguez, A., & Torres-Lacomba, M. (2021). Efficacy of exercise on postneedling soreness: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 10(23). <https://doi.org/10.3390/jcm10235527>

Domingo, A., Mayoral, O., Monterde, S., & Santafé, M. M. (2013). Neuromuscular damage and repair after dry needling in mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/260806>

Dommerholt, J. (2011). Dry needling - peripheral and central considerations. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 19(4), 223–237. <https://doi.org/10.1179/106698111X13129729552065>

Dommerholt, J. (2020). How have the views on myofascial pain and its treatment evolved in the past 20 years? From spray and stretch and injections to pain science, dry



- needling and fascial treatments. *Pain Management*, 10(2), 63–66.  
<https://doi.org/10.2217/pmt-2019-0055>
- Dommerholt, J., & Fernandez-de-las Peñas, C. (2019). *Trigger Point Dry Needling: An Evidence and Clinical-Based Approach* (C. L. Elsevier, Ed.; 2nd ed.).
- Dommerholt, J., Fernández-de-las-Peñas, C., & Petersen, S. M. (2019). Needling: is there a point? *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 27(3), 125–127.  
<https://doi.org/10.1080/10669817.2019.1620049>
- Donnelly, J. M., Fernández de las Peñas, C., Finnegan, M., & Freeman, J. L. (2019). *Travell, Simons & Simons' Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. (Wolters Kluwer).
- Dor, A., & Kalichman, L. (2017). A myofascial component of pain in knee osteoarthritis. In *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (Vol. 21, Issue 3, pp. 642–647). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.03.025>
- Dor, A., Vatine, J. J., & Kalichman, L. (2019). Proximal myofascial pain in patients with distal complex regional pain syndrome of the upper limb. In *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (Vol. 23, Issue 3, pp. 547–554). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.02.015>
- Dragoo, J. L., Wasterlain, A. S., Braun, H. J., & Nead, K. T. (2014). Platelet-rich plasma as a treatment for patellar tendinopathy: A double-blind, randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 42(3), 610–618.  
<https://doi.org/10.1177/0363546513518416>
- Dragoo, J., & Wasterlain, A. (2011). Double-Blind Randomized Controlled Trial of Platelet-Rich-Plasma versus Dry Needling for Treatment of Patellar Tendinosis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 27(10), e118–e119.  
<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.08.079>
- Drake, R. L., Vogl, W., & Adam W. M., M. (2005). *Gray Anatomía para estudiantes*. Elsevier España.
- Drawer, S., & Fuller, C. W. (2001). Propensity for osteoarthritis and lower limb joint pain in retired professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 402–408. <https://doi.org/10.1136/bjism.35.6.402>

- Dufour, M., Pillu, M., Lmaglois, K., & Del Valle Acedo, S. (2017). *Biomécanique fonctionnelle: Membres - Tête - Tronc* (2nd ed.). Elsevier Masson.
- Dunning, J., Butts, R., Young, I., Mourad, F., Galante, V., Bliton, P., Tanner, M., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2018). Periosteal Electrical Dry Needling as an Adjunct to Exercise and Manual Therapy for Knee Osteoarthritis. *The Clinical Journal of Pain*, 34(12), 1149–1158. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000634>
- Elsharkawy, H. (2017). Quadratus Lumborum Blocks. *Advances in Anesthesia*, 35(1), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.aan.2017.07.007>
- Espejo-Antúnez, L., Tejada, J. F.-H., Albornoz-Cabello, M., Rodríguez-Mansilla, J., de la Cruz-Torres, B., Ribeiro, F., & Silva, A. G. (2017). Dry needling in the management of myofascial trigger points: A systematic review of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 33, 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.06.003>
- Espí-López, G. V., Serra-Añó, P., Vicent-Ferrando, J., Sánchez-Moreno-Giner, M., Arias-Buría, J. L., Cleland, J., & Fernández-De-Las-Peñas, C. (2017). Effectiveness of Inclusion of Dry Needling in a Multimodal Therapy Program for Patellofemoral Pain: A Randomized Parallel-Group Trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(6), 392–401. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7389>
- Evans, V., Behr, M., Gangwar, A., Noseworthy, M. D., & Kumbhare, D. (2021). Potential role of mri imaging for myofascial pain: A scoping review for the clinicians and theoretical considerations. In *Journal of Pain Research* (Vol. 14, pp. 1505–1514). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/JPR.S302683>
- Farrokhi, S., Chen, Y. F., Piva, S. R., Fitzgerald, G. K., Jeong, J. H., & Kwok, C. K. (2016). The influence of knee pain location on symptoms, functional status, and knee-related quality of life in older adults with chronic knee pain: Data from the osteoarthritis initiative. *Clinical Journal of Pain*, 32(6), 463–470. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000291>
- Fernandes, G. S., Parekh, S. M., Moses, J., Fuller, C., Scammell, B., Batt, M. E., Zhang, W., & Doherty, M. (2018). Prevalence of knee pain, radiographic osteoarthritis and arthroplasty in retired professional footballers compared with men in the general

population: A cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine*, 52(10), 678–683. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097503>

Fernández-Carnero, J., Fernández-de-las-Peñas, C., de la Llave-Rincón, A. I., Ge, H.-Y., & Arendt-Nielsen, L. (2007). Prevalence of and Referred Pain From Myofascial Trigger Points in the Forearm Muscles in Patients With Lateral Epicondylalgia. *The Clinical Journal of Pain*, 23(4), 353–360. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31803b3785>

Fernández-Carnero, J., Fernández-de-las-Peñas, C., de la Llave-Rincón, A. I., Ge, H.-Y., & Arendt-Nielsen, L. (2008). Bilateral Myofascial Trigger Points in the Forearm Muscles in Patients With Chronic Unilateral Lateral Epicondylalgia. *The Clinical Journal of Pain*, 24(9), 802–807. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31817bcb79>

Fernández-de-las-peñas, C. (2021). Needling interventions for the management of musculoskeletal pain syndromes. In *Journal of Clinical Medicine* (Vol. 10, Issue 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jcm10194603>

Fernández-De-Las-Peñas, C., Cuadrado, M. L., & Pareja, J. A. (2006). Myofascial trigger points, neck mobility and forward head posture in unilateral migraine. *Cephalalgia*, 26(9), 1061–1070. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2982.2006.01162.x>

Fernández-de-las-Peñas, C., & Dommerholt, J. (2018). International consensus on diagnostic criteria and clinical considerations of myofascial trigger points: A delphi study. *Pain Medicine (United States)*, 19(1), 142–150. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx207>

Fernández-De-Las-Peñas, C., Galán-Del-Río, F., Alonso-Blanco, C., Jiménez-García, R., Arendt-Nielsen, L., & Svensson, P. (2010). Referred pain from muscle trigger points in the masticatory and neck-shoulder musculature in women with temporomandibular disorders. *Journal of Pain*, 11(12), 1295–1304. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.03.005>

Fernández-de-las-Peñas, C., Mesa-Jiménez, J. A., Lopez-Davis, A., Koppenhaver, S. L., & Arias-Burúa, J. L. (2020). Cadaveric and ultrasonographic validation of needling placement in the obliquus capitis inferior muscle. *Musculoskeletal Science and Practice*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.102075>

- Fernández-de-las-Peñas, C., Mesa-Jiménez, J. A., Paredes-Mancilla, J. A., Koppenhaver, S. L., & Fernández-Carnero, S. (2017). Cadaveric and Ultrasonographic Validation of Needling Placement in the Cervical Multifidus Muscle. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 40(5), 365–370. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2017.03.002>
- Fernández-De-Las-Peñas, C., & Nijs, J. (2019). Trigger point dry needling for the treatment of myofascial pain syndrome: Current perspectives within a pain neuroscience paradigm. *Journal of Pain Research*, 12, 1899–1911. <https://doi.org/10.2147/JPR.S154728>
- Fernández-Pérez, A. M., Villaverde-Gutiérrez, C., Mora-Sánchez, A., Alonso-Blanco, C., Sterling, M., & Fernández-De-Las-Peñas, C. (2012). Muscle trigger points, pressure pain threshold, and cervical range of motion in patients with high level of disability related to acute whiplash injury. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(7), 634–641. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4117>
- Ferracini, G. N., Chaves, T. C., Dach, F., Bevilaqua-Grossi, D., Fernández-De-Las-Peñas, C., & Speciali, J. G. (2016). Relationship between Active Trigger Points and Head/Neck Posture in Patients with Migraine. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(11), 831–839. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000510>
- Ferracini, G. N., Florencio, L. L., Dach, F., Chaves, T. C., Palacios-Cena, M., Fernández-de-las-Peñas, C., Bevilaqua-Grossi, D., & Speciali, J. G. (2017). Myofascial trigger points and migraine-related disability in women with episodic and chronic migraine. *Clinical Journal of Pain*, 33(2), 109–115. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000387>
- Ferrer-Peña, R., Calvo-Lobo, C., Gómez, M., & Muñoz-García, D. (2019). Prediction Model for Choosing Needle Length to Minimize Risk of Median Nerve Puncture With Dry Needling of the Pronator Teres. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 42(5), 366–371. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2018.11.020>
- Fingleton, C., Smart, K., Moloney, N., Fullen, B. M., & Doody, C. (2015). Pain sensitization in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-

- analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(7), 1043–1056. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.02.163>
- Flack, N. A. M. S., Nicholson, H. D., & Woodley, S. J. (2012). A review of the anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata. *Clinical Anatomy*, 25(6), 697–708. <https://doi.org/10.1002/ca.22004>
- Flandry, F., & Hommel, G. (2011). Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 19(2), 82–92. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e318210c0aa>
- Fleckenstein, J., Zaps, D., Rürger, L. J., Lehmeier, L., Freiberg, F., Lang, P. M., & Irnich, D. (2010). Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: Results of a cross-sectional, nationwide survey. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 32. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-32>
- Florencio, L. L., Ferracini, G. N., Chaves, T. C., Palacios-Ceña, M., Ordás-Bandera, C., Speciali, J. G., Falla, D., Grossi, D. B., & Fernández-De-Las-Peñas, C. (2017). Active Trigger Points in the Cervical Musculature Determine the Altered Activation of Superficial Neck and Extensor Muscles in Women with Migraine. *Clinical Journal of Pain*, 33(3), 238–245. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000390>
- Folli, A., Schneebeli, A., Ballerini, S., Mena, F., Soldini, E., Fernández-De-las-peñas, C., & Barbero, M. (2020). Enhancing trigger point dry needling safety by ultrasound skin-to-rib measurement: An inter-rater reliability study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(6), 1–10. <https://doi.org/10.3390/jcm9061958>
- French, H. P., Smart, K. M., & Doyle, F. (2017). Prevalence of neuropathic pain in knee or hip osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 47(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.02.008>
- Gattie, E., Cleland, J. A., & Snodgrass, S. (2017). The Effectiveness of Trigger Point Dry Needling for Musculoskeletal Conditions by Physical Therapists: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(3), 133–149. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7096>
- Gaubeca-Gilarranz, A., Fernández-De-Las-Peñas, C., Medina-Torres, J. R., Seoane-Ruiz, J. M., Company-Palónés, A., Cleland, J. A., & Arias-Burúa, J. L. (2018).

- Effectiveness of dry needling of rectus abdominis trigger points for the treatment of primary dysmenorrhoea: A randomised parallel-group trial. *Acupuncture in Medicine*, 36(5), 302–310. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2017-011566>
- Ge, H. Y., Fernández-de-las-Peñas, C., & Yue, S. W. (2011). Myofascial trigger points: Spontaneous electrical activity and its consequences for pain induction and propagation. In *Chinese Medicine* (Vol. 6). <https://doi.org/10.1186/1749-8546-6-13>
- Ge, H. Y., Wang, Y., Fernández-de-las-Peñas, C., Graven-Nielsen, T., Danneskiold-Samsøe, B., & Arendt-Nielsen, L. (2011). Reproduction of overall spontaneous pain pattern by manual stimulation of active myofascial trigger points in fibromyalgia patients. *Arthritis Research and Therapy*, 13(2). <https://doi.org/10.1186/ar3289>
- Ge, H. Y., Zhang, Y., Boudreau, S., Yue, S. W., & Arendt-Nielsen, L. (2008). Induction of muscle cramps by nociceptive stimulation of latent myofascial trigger points. *Experimental Brain Research*, 187(4), 623–629. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1331-y>
- Ge, H.-Y., Arendt-Nielsen, L., & Madeleine, P. (2012). Accelerated Muscle Fatigability of Latent Myofascial Trigger Points in Humans. *Pain Medicine*, 13(7), 957–964. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2012.01416.x>
- Georgiev, T., & Angelov, A. K. (2019). Modifiable risk factors in knee osteoarthritis: treatment implications. *Rheumatology International*, 39(7), 1145–1157. <https://doi.org/10.1007/s00296-019-04290-z>
- Gerwin, R. D. (2014). Diagnosis of myofascial pain syndrome. In *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* (Vol. 25, Issue 2, pp. 341–355). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.01.011>
- Gerwin, R. D., Cagnie, B., Petrovic, M., VanDorpe, J., Calders, P., & Meulemeester, K. De. (2020). Foci of segmentally contracted sarcomeres in trapezius muscle biopsy specimens in myalgic and nonmyalgic human subjects: Preliminary results. *Pain Medicine (United States)*, 21(10), 2348–2356. <https://doi.org/10.1093/PM/PNAA019>
- Gerwin, R. D., Dommerholt, J., & Shah, J. P. (2004). An Expansion of Simons' Integrated Hypothesis of Trigger Point Formation.

- Giles, L. S., Webster, K. E., McClelland, J. A., & Cook, J. (2013). Does Quadriceps Atrophy Exist in Individuals With Patellofemoral Pain? A Systematic Literature Review With Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(11), 766–776. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4833>
- Grabowski, P. J., Slane, L. C., Thelen, D. G., Obermire, T., & Lee, K. S. (2018). Evidence of Generalized Muscle Stiffness in the Presence of Latent Trigger Points Within Infraspinus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(11), 2257–2262. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.03.024>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Greenwood, K., Zyl, R. van, Keough, N., & Hohmann, E. (2021). Defining the popliteal fossa by bony landmarks and mapping of the courses of the neurovascular structures for application in popliteal fossa surgery. *Anatomy & Cell Biology*, 54(1), 10–17. <https://doi.org/10.5115/acb.20.179>
- Grieve, R., Barnett, S., Coghill, N., & Cramp, F. (2013). The prevalence of latent myofascial trigger points and diagnostic criteria of the triceps surae and upper trapezius: a cross sectional study. *Physiotherapy*, 99(4), 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.04.002>
- Grosu, I., Lavand'homme, P., & Thienpont, E. (2014). Pain after knee arthroplasty: An unresolved issue. In *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* (Vol. 22, Issue 8, pp. 1744–1758). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2750-2>
- Gungor, S., Fields, K., Aiyer, R., Valle, A. G. Della, & Su, E. P. (2019). Incidence and risk factors for development of persistent postsurgical pain following total knee arthroplasty: A retrospective cohort study. *Medicine (United States)*, 98(28). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016450>
- Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Vist, G. E., Kunz, R., Falck-Ytter, Y., Alonso-Coello, P., & Schünemann, H. J. (2008). GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*, 336(7650), 924–926. <https://doi.org/10.1136/bmj.39489.470347.AD>

- Haddad, D. S., Brioschi, M. L., & Arita, E. S. (2012). Thermographic and clinical correlation of myofascial trigger points in the masticatory muscles. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(8), 621–629. <https://doi.org/10.1259/dmfr/98504520>
- Hahn, T., & Foldspang, A. (1998). Prevalent knee pain and sport. In *Source: Scandinavian Journal of Social Medicine* (Vol. 26, Issue 1).
- Halle, J. S., & Halle, R. J. (2016). Pertinent dry needling considerations for minimizing adverse effects - part one. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(4), 651–662.
- Hannah, M. C., Cope, J., Palermo, A., Smith, W., & Wacker, V. (2016). Comparison of two angles of approach for trigger point dry needling of the lumbar multifidus in human donors (cadavers). *Manual Therapy*, 26, 160–164. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.08.008>
- Harper, B. (2012). Iatrogenic Nerve Injury Following Dry Needling For Foot Pain: Case Challenge. *Practical Pain Management*, 12(10).
- Hassebrock, J. D., Gulbrandsen, M. T., Asprey, W. L., Makovicka, J. L., & Chhabra, A. (2020). Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 28(3), 80–86. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000279>
- Hastalık, E., Martel-Pelletier, J., & Pelletier, J.-P. (2010). Eklem Hastalıkları ve Cerrahisi Joint Diseases and Related Surgery Invited Review / Davetli Derleme Is osteoarthritis a disease involving only cartilage or other articular tissues? Osteoartrit sadece kırık ya da diğer artiküler dokuları içeren bir hastalık mıdır? In *Cerrahisi* (Vol. 21, Issue 1).
- Henry, R., Cahill, C. M., Wood, G., Hroch, J., Wilson, R., Cupido, T., & VanDenKerkhof, E. (2012). Myofascial Pain in Patients Waitlisted for Total Knee Arthroplasty. *Pain Research and Management*, 17(5), 321–327. <https://doi.org/10.1155/2012/547183>
- Higgins, J., & Green, S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (The Cochrane Collaboration., Ed.). John Wiley & Sons.



- Higgins, J., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M., & Welch, V. (2019). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (2nd edition). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119536604>
- Hislop, A. C., Collins, N. J., Tucker, K., Deasy, M., & Semciw, A. I. (2020). Does adding hip exercises to quadriceps exercises result in superior outcomes in pain, function and quality of life for people with knee osteoarthritis? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(5), 263–271. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099683>
- Hoge, C. G., Matar, R. N., Khalil, L. S., Buchan, J. A., Johnson, C. M., & Grawe, B. M. (2022). Outcomes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Patellar Tendon vs Hamstring Autografts: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials with a Mean Follow-up of 15 Years. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 10(4), 311–319. <https://doi.org/10.22038/ABJS.2021.53662.2668>
- Hong, C.-Z. (1994). Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 73(4), 256–263. <https://doi.org/10.1097/00002060-199407000-00006>
- Hsieh, C.-Y. J., Hong, C.-Z., Adams, A. H., Platt, K. J., Danielson, C. D., Hoehler, F. K., & Tobis, J. S. (2000). Interexaminer reliability of the palpation of trigger points in the trunk and lower limb muscles. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(3), 258–264. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(00\)90068-6](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(00)90068-6)
- Hsieh, Y. L., Chou, L. W., Joe, Y. S., & Hong, C. Z. (2011). Spinal cord mechanism involving the remote effects of dry needling on the irritability of myofascial trigger spots in rabbit skeletal muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(7), 1098–1105. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.11.018>
- Hsieh, Y. L., Hong, C. Z., Liu, S. Y., Chou, L. W., & Yang, C. C. (2016). Acupuncture at distant myofascial trigger spots enhances endogenous opioids in rabbits: A possible mechanism for managing myofascial pain. *Acupuncture in Medicine*, 34(4), 302–309. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2015-011026>
- Hsieh, Y. L., Yang, C. C., Liu, S. Y., Chou, L. W., & Hong, C. Z. (2014). Remote dose-dependent effects of dry needling at distant myofascial trigger spots of rabbit skeletal

- muscles on reduction of substance P levels of proximal muscle and spinal cords. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/982121>
- Hsieh, Y. L., Yang, S. A., Yang, C. C., & Chou, L. W. (2012). Dry needling at myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles modulates the biochemicals associated with pain, inflammation, and hypoxia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/342165>
- Huang, Q. M., & Liu, L. (2014). Wet needling of myofascial trigger points in abdominal muscles for treatment of primary dysmenorrhoea. *Acupuncture in Medicine*, 32(4), 346–349. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2013-010509>
- Ibarra, J. M., Ge, H. Y., Wang, C., Martínez Vizcaíno, V., Graven-Nielsen, T., & Arendt-Nielsen, L. (2011). Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *Journal of Pain*, 12(12), 1282–1288. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.09.005>
- Iglesias-González, J. J., Muñoz-García, M. T., Rodrigues-De-Souza, D. P., Albuquerque-Sendín, F., Fernández-De-Las-Peñas, C., Rey, U., & Carlos, J. (2013). MUSCULOSKELETAL SECTION Original Research Article Myofascial Trigger Points, Pain, Disability, and Sleep Quality in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain. In *Pain Medicine* (Vol. 14). Wiley Periodicals, Inc.
- Ishiguro, S., Yokochi, A., Yoshioka, K., Asano, N., Deguchi, A., Iwasaki, Y., Sudo, A., & Maruyama, K. (2012). Anatomy and Clinical Implications of Ultrasound-Guided Selective Femoral Nerve Block. *Anesthesia & Analgesia*, 115(6), 1467–1470. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826af956>
- Ishii, T., Kawagishi, K., Hayashi, S., Yamada, S., Yoshioka, H., Matsuno, Y., Mori, Y., & Kosaka, J. (2023). A novel categorization of the muscular branches of the tibial nerve within the popliteal fossa. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 245, 151997. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2022.151997>
- Itoh, K., Hirota, S., Katsumi, Y., Ochi, H., & Kitakoji, H. (2008). Trigger Point Acupuncture for Treatment of Knee Osteoarthritis – a Preliminary Rct for a Pragmatic Trial. *Acupuncture in Medicine*, 26(1), 17–26. <https://doi.org/10.1136/aim.26.1.17>

- Jafari, M., Bahrpeyma, F., Mokhtari-Dizaji, M., & Nasiri, A. (2018). Novel method to measure active myofascial trigger point stiffness using ultrasound imaging. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(2), 374–378. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.06.019>
- James, S. L. J., Ali, K., Pocock, C., Robertson, C., Walter, J., Bell, J., & Connell, D. (2007). Ultrasound guided dry needling and autologous blood injection for patellar tendinosis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 518–521. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.034686>
- Jang, S., Lee, K., & Ju, J. H. (2021). Recent updates of diagnosis, pathophysiology, and treatment on osteoarthritis of the knee. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 22, Issue 5, pp. 1–15). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms22052619>
- Jin, F., Guo, Y., Wang, Z., Badughaish, A., Pan, X., Zhang, L., & Qi, F. (2020). The pathophysiological nature of sarcomeres in trigger points in patients with myofascial pain syndrome: A preliminary study. *European Journal of Pain (United Kingdom)*, 24(10), 1968–1978. <https://doi.org/10.1002/ejp.1647>
- Josue´ ferna´ ndez-Carnero, J., Ge, H.-Y., Kimura, Y., Ferna´ ndez-De-Las-Peñ as, C., & Arendt-Nielsen, L. (2010). Increased Spontaneous Electrical Activity at a Latent Myofascial Trigger Point After Nociceptive Stimulation of Another Latent Trigger Point. [www.clinicalpain.com](http://www.clinicalpain.com)
- Kadam, V. R., Van Wijk, R. M., Ludbrook, G. L., & Thiruvengkatarajan, V. (2019). Anatomical and ultrasound description of two transmuscular quadratus lumborum block approaches at L2 level and their application in abdominal surgery. *Anaesthesia and Intensive Care*, 47(2), 141–145. <https://doi.org/10.1177/0310057X19839931>
- Kadandji, A. I. (2010). *Fisiología articular: Miembro Inferior* (1st ed.). Editorial Medica Panamericana.
- Kalichman, L., Bulanov, N., & Friedman, A. (2017). Effect of exams period on prevalence of Myofascial Trigger points and head posture in undergraduate students: Repeated measurements study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.04.003>

- Kamboj, A. K., Hoversten, P., & Oxentenko, A. S. (2019). Chronic Abdominal Wall Pain: A Common Yet Overlooked Etiology of Chronic Abdominal Pain. In *Mayo Clinic Proceedings* (Vol. 94, Issue 1, pp. 139–144). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.09.018>
- Katz, J. N., Arant, K. R., & Loeser, R. F. (2021). Diagnosis and Treatment of Hip and Knee Osteoarthritis. *JAMA*, 325(6), 568. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.22171>
- Kearns, G. A., Brismée, J. M., Riley, S. P., Wang-Price, S., Denninger, T., & Vugrin, M. (2022). Lack of standardization in dry needling dosage and adverse event documentation limits outcome and safety reports: a scoping review of randomized clinical trials. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. <https://doi.org/10.1080/10669817.2022.2077516>
- Kim, D. C., Glenzer, S., Johnson, A., & Nimityongskul, P. (2018). Deep Infection Following Dry Needling in a Young Athlete. *JBJS Case Connector*, 8(3), e73. <https://doi.org/10.2106/JBJS.CC.18.00097>
- Kim, M. S., Kim, J. J., Kang, K. H., Kim, M. J., & In, Y. (2022). Diagnosis of Central Sensitization and Its Effects on Postoperative Outcomes following Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics*, 12(5), 1248. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051248>
- Kim, M. S., Koh, I. J., Sohn, S., Kang, B. M., Kwak, D. H., & In, Y. (2019). Central Sensitization Is a Risk Factor for Persistent Postoperative Pain and Dissatisfaction in Patients Undergoing Revision Total Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 34(8), 1740–1748. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.03.042>
- Kohns, D. J., Scott, R., Castellanos, J., Scribner, D., Hodges, R., & Clauw, D. J. (2022). The impact of nociplastic pain features on the response to physical therapy in patients with primary myofascial pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 35(5), 1143–1151. <https://doi.org/10.3233/BMR-210244>
- Kolski, M. C., O'Connor, A., Van Der Laan, K., Lee, J., Kozlowski, A. J., & Deutsch, A. (2016). Validation of a pain mechanism classification system (PMCS) in physical therapy practice. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 24(4), 192–199. <https://doi.org/10.1179/2042618614Y.0000000090>

- Kordi Yoosefinejad, A., Samani, M., Jabarifard, F., Setooni, M., Mirsalari, R., Kaviani, F., & Jazayeri shoostari, S. M. (2021). Comparison of the prevalence of myofascial trigger points of muscles acting on knee between patients with moderate degree of knee osteoarthritis and healthy matched people. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 25, 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.012>
- Kraus, V. B., Blanco, F. J., Englund, M., Karsdal, M. A., & Lohmander, L. S. (2015). Call for standardized definitions of osteoarthritis and risk stratification for clinical trials and clinical use. In *Osteoarthritis and Cartilage* (Vol. 23, Issue 8, pp. 1233–1241). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.03.036>
- Kreisler, A., Gerrebout, C., Defebvre, L., & Demondion, X. (2021). Accuracy of non-guided versus ultrasound-guided injections in cervical muscles: a cadaver study. *Journal of Neurology*, 268(5), 1894–1902. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-10365-w>
- Krey, D., Borchers, J., & McCamey, K. (2015). Tendon needling for treatment of tendinopathy: A systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, 43(1), 80–86. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1004296>
- Kumar, S., & Saha, S. (2011). Mechanism-based classification of pain for physical therapy management in palliative care: A clinical commentary. *Indian Journal of Palliative Care*, 17(1), 80. <https://doi.org/10.4103/0973-1075.78458>
- Kumbhare, D. A., Elzibak, A. H., & Noseworthy, M. D. (2016). Assessment of Myofascial Trigger Points Using Ultrasound. In *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 95, Issue 1, pp. 72–80). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000376>
- Kurien, T., Kerslake, R. W., Graven-Nielsen, T., Arendt-Nielsen, L., Auer, D. P., Edwards, K., Scammell, B. E., & Petersen, K. K. (2022). Chronic postoperative pain after total knee arthroplasty: The potential contributions of synovitis, pain sensitization and pain catastrophizing—An explorative study. *European Journal of Pain*, 26(9), 1979–1989. <https://doi.org/10.1002/ejp.2018>
- Lee, J. H., Lee, H., & Jo, D. J. (2011). An acute cervical epidural hematoma as a complication of dry needling. *Spine*, 36(13). <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181fc1e38>

- Lee, S. H., Kim, H. J., Kim, S. H., Cho, T.-H., Kwon, H.-J., O, J., Hong, J. E., Nam, S. H., Hwang, Y.-I., & Yang, H.-M. (2023). Anatomical study of the adductor canal: three-dimensional micro-computed tomography, histological, and immunofluorescence findings relevant to neural blockade. *Korean Journal of Anesthesiology*, 76(3), 252–260. <https://doi.org/10.4097/kja.22499>
- León-Hernández, J. V., Martín-Pintado-Zugasti, A., Frutos, L. G., Alguacil-Diego, I. M., De La Llave-Rincón, A. I., & Fernandez-Carnero, J. (2016). Immediate and short-term effects of the combination of dry needling and percutaneous TENS on post-needling soreness in patients with chronic myofascial neck pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 20(5), 422–431. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0176>
- Li, L., Stoop, R., Clijsen, R., Hohenauer, E., Fernández-De-Las-Peñas, C., Huang, Q., & Barbero, M. (2020). Criteria Used for the Diagnosis of Myofascial Trigger Points in Clinical Trials on Physical Therapy: Updated Systematic Review. In *Clinical Journal of Pain* (Vol. 36, Issue 12, pp. 955–967). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000875>
- Li, L.-T., Ge, H.-Y., Yue, S.-W., & Arendt-Nielsen, L. (2009). Nociceptive and Non-nociceptive Hypersensitivity at Latent Myofascial Trigger Points.
- Li, X., Luo, M., Gong, Y., Xu, N., Huo, C., Xie, H., Yue, S., Li, Z., & Wang, Y. (2022). Altered Brain Activity and Effective Connectivity within the Nonsensory Cortex during Stimulation of a Latent Myofascial Trigger Point. *Neural Plasticity*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4416672>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Liu, Q. G., Liu, L., Huang, Q. M., Nguyen, T. T., Ma, Y. T., & Zhao, J. M. (2017). Decreased Spontaneous Electrical Activity and Acetylcholine at Myofascial Trigger Spots after Dry Needling Treatment: A Pilot Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3938191>

- Loeser, R. F., Goldring, S. R., Scanzello, C. R., & Goldring, M. B. (2012). Osteoarthritis: A disease of the joint as an organ. In *Arthritis and Rheumatism* (Vol. 64, Issue 6, pp. 1697–1707). <https://doi.org/10.1002/art.34453>
- López-Royo, M. P., Pedersini, P., Cantero-Téllez, R., Valdes, K., Doménech-García, V., Herrero, P., & Villafañe, J. H. (2021). Effects of ischemic compression on trigger points in the first dorsal interosseous muscle in patients with thumb carpometacarpal osteoarthritis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 1–6. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062961>
- Lucas, K. R. (2008). The Impact of Latent Trigger Points on Regional Muscle Function.
- Lucas, K. R., Rich, P. A., & Polus, B. I. (2010). Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: The effects of Latent Myofascial Trigger Points. *Clinical Biomechanics*, 25(8), 765–770. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.05.006>
- Lucas, N., Macaskill, P., Irwig, L., Moran, R., & Bogduk, N. (2008). Reliability of Physical Examination for Diagnosis of Myofascial Trigger Points A Systematic Review of the Literature.
- Luo, D., Wan, X., Liu, J., & Tong, T. (2018). Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range, and/or mid-quartile range. *Statistical Methods in Medical Research*, 27(6), 1785–1805. <https://doi.org/10.1177/0962280216669183>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721.
- Mansfield, C. J., Harr, M., Briggs, M., Onate, J., & Boucher, L. C. (2020). Safety of dry needling to the upper lumbar spine: a pilot cadaver study. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 28(2), 111–118. <https://doi.org/10.1080/10669817.2019.1708593>
- Margalef, R., Sisquella, M., Bosque, M., Romeu, C., Mayoral, O., Monterde, S., Priego, M., Guerra-Perez, R., Ortiz, N., Tomàs, J., & Manel Santafe, X. M. (2019). Experimental myofascial trigger point creation in rodents. *J Appl Physiol*, 126, 160–169. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00248.2018.-Myofascial>

- Marques, F. da S., Barbosa, P. H. B., Alves, P. R., Zelada, S., Nunes, R. P. da S., de Souza, M. R., Pedro, M. do A. C., Nunes, J. F., Alves, W. M., & de Campos, G. C. (2020). Anterior Knee Pain After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(10). <https://doi.org/10.1177/2325967120961082>
- Martín-Pintado Zugasti, A., Rodríguez-Fernández, Á. L., García-Muro, F., López-López, A., Mayoral, O., Mesa-Jiménez, J., & Fernández-Carnero, J. (2014). Effects of spray and stretch on postneedling soreness and sensitivity after dry needling of a latent myofascial trigger point. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(10), 1925-1932.e1. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.05.021>
- Martín-Pintado-Zugasti, A., Mayoral del Moral, O., Gerwin, R. D., & Fernández-Carnero, J. (2018). Post-needling soreness after myofascial trigger point dry needling: Current status and future research. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(4), 941–946. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.01.003>
- Martín-Pintado-Zugasti, A., Pecos-Martin, D., Rodríguez-Fernández, Á. L., Alguacil-Diego, I. M., Portillo-Aceituno, A., Gallego-Izquierdo, T., & Fernandez-Carnero, J. (2015). Ischemic Compression After Dry Needling of a Latent Myofascial Trigger Point Reduces Postneedling Soreness Intensity and Duration. *PM and R*, 7(10), 1026–1034. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.03.021>
- Martín-Pintado-Zugasti, A., Rodríguez-Fernández, Á. L., & Fernandez-Carnero, J. (2016). Postneedling soreness after deep dry needling of a latent myofascial trigger point in the upper trapezius muscle: Characteristics, sex differences and associated factors. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(2), 301–308. <https://doi.org/10.3233/BMR-150630>
- Martín-Sacristán, L., Calvo-Lobo, C., Pecos-Martín, D., Fernández-Carnero, J., & Alonso-Pérez, J. L. (2022). Dry needling in active or latent trigger point in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Scientific Reports*, 12(1), 3188. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07063-0>
- Mason, J. S., Crowell, M., Dolbeer, J., Morris, J., Terry, A., Koppenhaver, S., & Goss, D. L. (2016). The effectiveness of dry needling and stretching vs. Stretching alone



- on hamstring flexibility in patients with knee pain: a randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 672–683.
- Matsumoto, T., Hashimura, M., Takayama, K., Ishida, K., Kawakami, Y., Matsuzaki, T., Nakano, N., Matsushita, T., Kuroda, R., & Kurosaka, M. (2015). A radiographic analysis of alignment of the lower extremities – initiation and progression of varus-type knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(2), 217–223. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.11.015>
- Mayoral del Moral, O., Torres Lacomba, M., Russell, I. J., Sánchez Méndez, Ó., & Sánchez Sánchez, B. (2018). Validity and reliability of clinical examination in the diagnosis of myofascial pain syndrome and myofascial trigger points in upper quarter muscles. *Pain Medicine (United States)*, 19(10), 2039–2050. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx315>
- Mayoral, O., Salvat, I., Martín, M. T., Martín, S., Santiago, J., Cotarelo, J., & Rodríguez, C. (2013). Efficacy of myofascial trigger point dry needling in the prevention of pain after total knee arthroplasty: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/694941>
- Mayoral Rojas, V. (2021). Epidemiology, clinical impact and therapeutic objectives in osteoarthritis. *Revista de La Sociedad Espanola Del Dolor*, 28, 4–10. <https://doi.org/10.20986/resed.2021.3874/2020>
- Mazza, D. F., Boutin, R. D., & Chaudhari, A. J. (2021). Assessment of Myofascial Trigger Points via Imaging: A Systematic Review. In *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 100, Issue 10, pp. 1003–1014). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001789>
- McCarthy, M. M., & Strickland, S. M. (2013). Patellofemoral pain: An update on diagnostic and treatment options. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 6(2), 188–194. <https://doi.org/10.1007/s12178-013-9159-x>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282.
- McManus, R., & Cleary, M. (2018). Radial nerve injury following dry needling. *BMJ Case Reports*, 2018. <https://doi.org/10.1136/bcr-2017-221302>

- McPartland, J. M., David Simons, M. G., & imons, S. (2006). Myofascial Trigger points: Translating Molecular Theory into Manual Therapy. In *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* (Vol. 14, Issue 4).
- Mendonça, L. D. M., Leite, H. R., Zwerver, J., Henschke, N., Branco, G., & Oliveira, V. C. (2020). How strong is the evidence that conservative treatment reduces pain and improves function in individuals with patellar tendinopathy? A systematic review of randomised controlled trials including GRADE recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 54(2), 87–93. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099747>
- Mense, S. (2010). Morphology of myofascial trigger points: What does a trigger point look like? In *Muscle Pain: Diagnosis and Treatment* (pp. 85–102). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-05468-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-05468-6_3)
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moody, P. W., Fehring, T. K., & Springer, B. D. (2020). Periarticular needle-based therapies can cause periprosthetic knee infections. *Arthroplasty Today*, 6(2), 241–245. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2020.02.006>
- Moore, K. L., Dalley, A. L., & Agur, A. M. (2018). *Anatomía con orientación clínica* (8th ed.). WOLTERS KLUWER HEALTH.
- Morihiya, R., Eskew, J., McNamara, A., & Young, J. (2016). Dry needling in subjects with muscular trigger points in the lower quarter: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(1), 1–14.
- Moseley, A. M., Herbert, R. D., Sherrington, C., & Maher, C. G. (2002). Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Australian Journal of Physiotherapy*, 48(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60281-6)
- Muñoz, M., Dommerholt, J., Pérez-Palomares, S., Herrero, P., & Calvo, S. (2022). Dry Needling and Antithrombotic Drugs. In *Pain Research and Management* (Vol. 2022). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2022/1363477>

- Myburgh, C., Larsen, A. H., & Hartvigsen, J. (2008). A Systematic, Critical Review of Manual Palpation for Identifying Myofascial Trigger Points: Evidence and Clinical Significance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(6), 1169–1176. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.12.033>
- Neal, B. S., Lack, S. D., Lankhorst, N. E., Raye, A., Morrissey, D., & van Middelkoop, M. (2019). Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(5), 270–281. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>
- Neogi, T. (2013). The epidemiology and impact of pain in osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 21(9), 1145–1153. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.03.018>
- Neogi, T., Guermazi, A., Roemer, F., Nevitt, M. C., Scholz, J., Arendt-Nielsen, L., Woolf, C., Niu, J., Bradley, L. A., Quinn, E., & Frey Law, L. (2016). Association of Joint Inflammation With Pain Sensitization in Knee Osteoarthritis: The Multicenter Osteoarthritis Study. *Arthritis & Rheumatology*, 68(3), 654–661. <https://doi.org/10.1002/art.39488>
- Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier.
- Nguyen, U.-S. D., Zhang, Y., Zhu, Y., Niu, J., Zhang, B., & Felson, D. T. (2011). Increasing Prevalence of Knee Pain and Symptomatic Knee Osteoarthritis: Survey and Cohort Data. [www.annals.org](http://www.annals.org)
- Niddam, D. M., Chan, R. C., Lee, S. H., Yeh, T. C., & Hsieh, J. C. (2008). Central representation of hyperalgesia from myofascial trigger point. *NeuroImage*, 39(3), 1299–1306. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.09.051>
- Niddam, D. M., Chan, R.-C., Lee, S.-H., Yeh, T.-C., & Hsieh, J.-C. (2007). Central Modulation of Pain Evoked From Myofascial Trigger Point. *The Clinical Journal of Pain*, 23(5), 440–448. <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e318058accb>
- Nielsen, F. K., Egund, N., Jørgensen, A., & Jurik, A. G. (2017). Risk factors for joint replacement in knee osteoarthritis; A 15-year follow-up study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1871-z>

- Niraj, G. (2018). Pathophysiology and management of Abdominal Myofascial Pain Syndrome (AMPS): A three-year prospective audit of a management pathway in 120 patients. *Pain Medicine (United States)*, 19(11), 2256–2266. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx343>
- Núñez-Cortés, R., Cruz-Montecinos, C., Vásquez-Rosel, Á., Paredes-Molina, O., & Cuesta-Vargas, A. (2017). Dry needling combined with physical therapy in patients with chronic postsurgical pain following total knee arthroplasty: A case series. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 47(3), 209–216. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7089>
- Nystrom, N. A., & Freeman, M. D. (2018). Central sensitization is modulated following trigger point anesthetization in patients with chronic pain from whiplash trauma. A double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Pain Medicine (United States)*, 19(1), 124–129. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx014>
- Ohashi, Y., Uchida, K., Fukushima, K., Inoue, G., & Takaso, M. (2023). Mechanisms of Peripheral and Central Sensitization in Osteoarthritis Pain. *Cureus*, 15(2), e35331. <https://doi.org/10.7759/cureus.35331>
- Onik, G., Kasprzyk, T., Knapik, K., Wieczorek, K., Sieroń, D., Sieroń, A., Cholewka, A., & Sieroń, K. (2020). Myofascial Trigger Points Therapy Modifies Thermal Map of Gluteal Region. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4328253>
- Ortega-Cebrian, S., Luchini, N., & Whiteley, R. (2016). Dry needling: Effects on activation and passive mechanical properties of the quadriceps, pain and range during late stage rehabilitation of ACL reconstructed patients. *Physical Therapy in Sport*, 21, 57–62. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.02.001>
- Ortega-Santiago, R., Maestre-Lerga, M., Fernández-De-Las-Peñas, C., Cleland, J. A., & Plaza-Manzano, G. (2019). Widespread Pressure Pain Sensitivity and Referred Pain from Trigger Points in Patients with Upper Thoracic Spine Pain. *Pain Medicine (United States)*, 20(7), 1379–1386. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz020>
- Ortega-Santiago, R., Ryos-Leon, M., Martin-Casas, P., Fernandez-De-Las-Penas, C., & Plaza-Manzano, G. (2020). Active muscle trigger points are associated with pain and

- related disability in patients with plantar heel pain: A case-control study. *Pain Medicine (United States)*, 21(5), 1032–1038. <https://doi.org/10.1093/PM/PNZ086>
- Ozden, A. V., Alptekin, H. K., Esmailzadeh, S., Cihan, C., Aki, S., Aksoy, C., & Oncu, J. (2016). Evaluation of the Sympathetic Skin Response to the Dry Needling Treatment in Female Myofascial Pain Syndrome Patients. *Journal of Clinical Medicine Research*, 8(7), 513–518. <https://doi.org/10.14740/jocmr2589w>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Kirkham, J., Dwan, K., Kramer, S., Green, S., & Forbes, A. (2014). Bias due to selective inclusion and reporting of outcomes and analyses in systematic reviews of randomised trials of healthcare interventions. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.MR000035.pub2>
- Palacios-Ceña, M., Ferracini, G. N., Florencio, L. L., Ruíz, M., Guerrero, Á. L., Arendt-Nielsen, L., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2017). The number of active but not latent trigger points associated with widespread pressure pain hypersensitivity in women with episodic migraines. *Pain Medicine (United States)*, 18(12), 2485–2491. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx130>
- Park, S. J., Yoon, D. M., Yoon, K. B., Moon, J. A., & Kim, S. H. (2016). Factors Associated with Higher Reported Pain Levels in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Cross-Sectional, Correlational Analysis. *PLOS ONE*, 11(9), e0163132. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163132>
- Patel, N., Patel, M., & Poustinchian, B. (2019). Dry needling-induced pneumothorax. *Journal of the American Osteopathic Association*, 119(1), 59–62. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2019.009>
- Patel, Z., Srivastava, A., Shyam, A., & Sancheti, P. (2019). Immediate effect of dry needling vs ultrasound on releasing trigger points in quadriceps in patients with

- patello-femoral pain syndrome on pain. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 7(7), 3287–3294. <https://doi.org/10.16965/ijpr.2019.182>
- Pedroso, M. G., de Almeida, A. C., Aily, J. B., de Noronha, M., & Mattiello, S. M. (2019). Fatty infiltration in the thigh muscles in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Rheumatology International*, 39(4), 627–635. <https://doi.org/10.1007/s00296-019-04271-2>
- Picelli, A., Chemello, E., Verzini, E., Ferrari, F., Brugnera, A., Gandolfi, M., Saltuari, L., Modenese, A., & Smania, N. (2019). Anatomical landmarks for tibial nerve motor branches in the management of spastic equinovarus foot after stroke: An ultrasonographic study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 51(5), 380–384. <https://doi.org/10.2340/16501977-2543>
- Plante, D., Janelle, N., Angers-Goulet, M., Corbeil, P., Takech, M. A., & Belzile, E. L. (2019). Anatomical variants of the rectus femoris motor innervation. *Journal of Hip Preservation Surgery*, 6(2), 170–176. <https://doi.org/10.1093/jhps/hnz026>
- Powers, C. M., Witvrouw, E., Davis, I. S., & Crossley, K. M. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: Part 3. *British Journal of Sports Medicine*, 51(24), 1713–1723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098717>
- Primorac, D., Molnar, V., Rod, E., Jeleč, Ž., Čukelj, F., Matišić, V., Vrdoljak, T., Hudetz, D., Hajsok, H., & Borić, I. (2020). Knee osteoarthritis: A review of pathogenesis and state-of-the-art non-operative therapeutic considerations. In *Genes* (Vol. 11, Issue 8, pp. 1–35). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/genes11080854>
- Qerama, E., Kasch, H., & Fuglsang-Frederiksen, A. (2009). Occurrence of myofascial pain in patients with possible carpal tunnel syndrome - A single-blinded study. *European Journal of Pain*, 13(6), 588–591. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2008.07.009>
- Raposo, F., Ramos, M., & Lúcia Cruz, A. (2021). Effects of exercise on knee osteoarthritis: A systematic review. *Musculoskeletal Care*, 19(4), 399–435. <https://doi.org/10.1002/msc.1538>

- Rathbone, A. T. L., Grosman-Rimon, L., & Kumbhare, D. A. (2017). Interrater Agreement of Manual Palpation for Identification of Myofascial Trigger Points: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Clinical Journal of Pain* (Vol. 33, Issue 8, pp. 715–729). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000459>
- Ribeiro, D. C., Belgrave, A., Naden, A., Fang, H., Matthews, P., & Parshottam, S. (2018). The prevalence of myofascial trigger points in neck and shoulder-related disorders: A systematic review of the literature. In *BMC Musculoskeletal Disorders* (Vol. 19, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2157-9>
- Rice, D. A., Kluger, M. T., McNair, P. J., Lewis, G. N., Somogyi, A. A., Borotkanics, R., Barratt, D. T., & Walker, M. (2018). Persistent postoperative pain after total knee arthroplasty: a prospective cohort study of potential risk factors. *British Journal of Anaesthesia*, 121(4), 804–812. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.05.070>
- Rice, D. A., McNair, P. J., Lewis, G. N., & Dalbeth, N. (2014). Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: the effects of experimental knee joint effusion on motor cortex excitability. *Arthritis Research & Therapy*, 16(6), 502. <https://doi.org/10.1186/s13075-014-0502-4>
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions. *ACP Journal Club*, 123(3), A12-3.
- Roach, S., Sorenson, E., Headley, B., & San Juan, J. G. (2013). Prevalence of myofascial trigger points in the hip in patellofemoral pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(3), 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.10.022>
- Rocha, C. A. C. B., & Sanchez, T. G. (2007). Myofascial trigger points: another way of modulating tinnitus. In *Progress in Brain Research* (Vol. 166, pp. 209–214). [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)66018-X](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)66018-X)
- Rocha, C. B., & Sanchez, T. G. (2012). Efficacy of myofascial trigger point deactivation for tinnitus control. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 78(6), 21–26. <https://doi.org/10.5935/1808-8694.20120028>
- Rodríguez Fernández, A., Bartolomé Martín, J., Martínez Cepa, C., Coronel del Río, L., & Pérez-Caballer Pérez, A. (2005). Dolor miofascial tras la artroscopia de rodilla:

- estudio de la prevalencia y de los posibles factores de activación. *Fisioterapia*, 27(4), 201–209.
- Rodríguez Fernández, A. L., & Bartolomé Martín, J. L. (2003). Relación entre la cirugía artroscópica de rodilla y la activación de puntos gatillo miofasciales: presentación de una hipótesis. *Fisioterapia*, 25(4), 215–225.
- Rodríguez Fernández, A. L., Bartolomé Martín, J. L., Martínez Cepa, C. B., Coronel del Río, L. A., & Pérez-Caballer Pérez, A. J. (2005). Dolor miofascial tras la artroscopia de rodilla: estudio de la prevalencia y de los posibles factores de activación. *Fisioterapia*, 27(4), 201–209. [https://doi.org/10.1016/S0211-5638\(05\)73440-4](https://doi.org/10.1016/S0211-5638(05)73440-4)
- Rogan, S., Haehni, M., Luijckx, E., Dealer, J., Reuteler, S., & Taeymans, J. (2019). Effects of Hip Abductor Muscles Exercises on Pain and Function in Patients With Patellofemoral Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3174–3187. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002658>
- Roldan, C. J., & Hu, N. (2015). Myofascial Pain Syndromes in the Emergency Department: What Are We Missing? *The Journal of Emergency Medicine*, 49(6), 1004–1010. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.04.027>
- Ropars, M., Morandi, X., Hutten, D., Thomazeau, H., Berton, E., & Darnault, P. (2009). Anatomical study of the lateral femoral cutaneous nerve with special reference to minimally invasive anterior approach for total hip replacement. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 31(3), 199–204. <https://doi.org/10.1007/s00276-008-0433-3>
- Rothermich, M. A., Glaviano, N. R., Li, J., & Hart, J. M. (2015). Patellofemoral pain. Epidemiology, pathophysiology, and treatment options. In *Clinics in Sports Medicine* (Vol. 34, Issue 2, pp. 313–327). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.12.011>
- Rozenfeld, E., Finestone, A. S., Moran, U., Damri, E., & Kalichman, L. (2017). Test-retest reliability of myofascial trigger point detection in hip and thigh areas. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(4), 914–919. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.03.023>
- Rozenfeld, E., Finestone, A. S., Moran, U., Damri, E., & Kalichman, L. (2020). The prevalence of myofascial trigger points in hip and thigh areas in anterior knee pain



- patients: Prevalence of myofascial trigger points. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.010>
- Ruangchaijatuporn, T., Gaetke-Udager, K., Jacobson, J. A., Yablon, C. M., & Morag, Y. (2017). Ultrasound evaluation of bursae: anatomy and pathological appearances. *Skeletal Radiology*, 46(4), 445–462. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2577-x>
- Ryan, J. M., Harris, J. D., Graham, W. C., Virk, S. S., & Ellis, T. J. (2014). Origin of the Direct and Reflected Head of the Rectus Femoris: An Anatomic Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 30(7), 796–802. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.03.003>
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M. C., Gray, J. A. M., Haynes, R. B., & Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*, 312(7023), 71–72. <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7023.71>
- Salom-Moreno, J., Jiménez-Gómez, L., Gómez-Ahufinger, V., Palacios-Ceña, M., Arias-Burúa, J. L., Koppenhaver, S. L., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2017). Effects of Low-Load Exercise on Postneedling-Induced Pain After Dry Needling of Active Trigger Point in Individuals With Subacromial Pain Syndrome. *PM and R*, 9(12), 1208–1216. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.04.012>
- Samani, M., Ghaffarinejad, F., Abolahrari-Shirazi, S., Khodadadi, T., & Roshan, F. (2020). Prevalence and sensitivity of trigger points in lumbo-pelvic-hip muscles in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.10.012>
- Sánchez Romero, E. A., Fernández-Carnero, J., Calvo-Lobo, C., Ochoa Sáez, V., Burgos Caballero, V., & Pecos-Martín, D. (2020). Is a Combination of Exercise and Dry Needling Effective for Knee OA? *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 21(2), 349–363. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz036>
- Sánchez-Infante, J., Bravo-Sánchez, A., Esteban-García, P., Jiménez, F., & Abián-Vicén, J. (2022). Changes in electromyographic activity of latent trigger points after a dry needling intervention: a randomised controlled trial. *Physiotherapy (United Kingdom)*, 117, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2022.09.002>
- Sánchez-Infante, J., Bravo-Sánchez, A., Jiménez, F., & Abián-Vicén, J. (2021). Effects of dry needling on mechanical and contractile properties of the upper trapezius with

latent myofascial trigger points: A randomized controlled trial. *Musculoskeletal Science and Practice*, 56. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102456>

Sánchez-Romero, E. A., Pecos-Martín, D., Calvo-Lobo, C., García-Jiménez, D., Ochoa-Sáez, V., Burgos-Caballero, V., & Fernández-Carnero, J. (2019). Clinical features and myofascial pain syndrome in older adults with knee osteoarthritis by sex and age distribution: A cross-sectional study. *Knee*, 26(1), 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.09.011>

Sánchez-Romero, E. A., Pecos-Martín, D., Calvo-Lobo, C., Ochoa-Sáez, V., Burgos-Caballero, V., & Fernández-Carnero, J. (2018). Effects of dry needling in an exercise program for older adults with knee osteoarthritis. *Medicine (United States)*, 97(26). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011255>

Sanz, D. R., Lobo, C. C., López, D. L., Morales, C. R., Marín, C. S., & Corbalán, I. S. (2016). Interrater Reliability in the Clinical Evaluation of Myofascial Trigger Points in Three Ankle Muscles. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 39(9), 623–634. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.09.002>

Schäfer, A., Hall, T., & Briffa, K. (2009). Classification of low back-related leg pain—A proposed patho-mechanism-based approach. *Manual Therapy*, 14(2), 222–230. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.10.003>

Schunemann, H. J., Oxman, A. D., Brozek, J., Glasziou, P., Bossuyt, P., Chang, S., Muti, P., Jaeschke, R., & Guyatt, G. H. (2008). GRADE: assessing the quality of evidence for diagnostic recommendations. *Evidence-Based Medicine*, 13(6), 162–163. <https://doi.org/10.1136/ebm.13.6.162-a>

Seminowicz, D. A., Thapa, T., & Schabrun, S. M. (2019). Corticomotor Depression is Associated With Higher Pain Severity in the Transition to Sustained Pain: A Longitudinal Exploratory Study of Individual Differences. *Journal of Pain*, 20(12), 1498–1506. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.06.005>

Shah, J. P., Danoff, J. V., Desai, M. J., Parikh, S., Nakamura, L. Y., Phillips, T. M., & Gerber, L. H. (2008a). Biochemicals Associated With Pain and Inflammation are Elevated in Sites Near to and Remote From Active Myofascial Trigger Points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(1), 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.10.018>

- Shah, J. P., Danoff, J. V., Desai, M. J., Parikh, S., Nakamura, L. Y., Phillips, T. M., & Gerber, L. H. (2008b). Biochemicals Associated With Pain and Inflammation are Elevated in Sites Near to and Remote From Active Myofascial Trigger Points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(1), 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.10.018>
- Shah, J. P., & Gilliams, E. A. (2008). Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: An application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(4), 371–384. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.06.006>
- Shah, J. P., Thaker, N., Heimur, J., Aredo, J. V., Sikdar, S., & Gerber, L. (2015). Myofascial Trigger Points Then and Now: A Historical and Scientific Perspective. *PM&R*, 7(7), 746–761. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.01.024>
- Shahabpour, M., DeMeyere, N., DeMaeseneer, M., David, P., DeRidder, F., & Stadnik, T. (2005). Anatomie normale du genou en imagerie par résonance magnétique. *EMC - Radiologie*, 2(2), 165–182. <https://doi.org/10.1016/j.emcrad.2004.12.001>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, 349(jan02 1), g7647–g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Sherrington, C., Herbert, R. D., Maher, C. G., & Moseley, A. M. (2000). PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Manual Therapy*, 5(4), 223–226. <https://doi.org/10.1054/math.2000.0372>
- Short, S., Tuttle, M., & Youngman, D. (2023). A Clinically-Reasoned Approach to Manual Therapy in Sports Physical Therapy. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(1). <https://doi.org/10.26603/001c.67936>
- Sikdar, S., Shah, J. P., Gebreab, T., Yen, R. H., Gilliams, E., Danoff, J., & Gerber, L. H. (2009). Novel Applications of Ultrasound Technology to Visualize and Characterize Myofascial Trigger Points and Surrounding Soft Tissue. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(11), 1829–1838. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.04.015>

- Simons, D. G. (2004). Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.018>
- Simons, D. G. (2005). Myofascial trigger points: New frontiers. In *Journal of Musculoskeletal Pain* (Vol. 13, Issue 4, pp. 3–4). [https://doi.org/10.1300/J094v13n04\\_02](https://doi.org/10.1300/J094v13n04_02)
- Simons, D. G., Hong, C.-Z., & Simons, L. S. (2002). Authors: Endplate Potentials Are Common to Midfiber Myofascial Trigger Points. In *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* • (Vol. 81, Issue 3).
- Simons, D. G., & Stolov, W. C. (1976). Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle. *American Journal of Physical Medicine*, 55(2), 65–88.
- Sisk, D., & Fredericson, M. (2019). Update of Risk Factors, Diagnosis, and Management of Patellofemoral Pain. In *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (Vol. 12, Issue 4, pp. 534–541). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09593-z>
- Skorupska, E., Dybek, T., Rychlik, M., Jokiel, M., & Dobrakowski, P. (2021). The automatization of a new thermography method using invasive nociceptive stimulation to confirm an autonomic phenomenon within a trigger point referred pain zone. *Brain Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/brainsci11070893>
- Skorupska, E., Rychlik, M., Pawelec, W., & Samborski, W. (2015). Dry needling related short-term vasodilation in chronic sciatica under infrared thermovision. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/214374>
- Skorupska, E., Rychlik, M., & Samborski, W. (2015). Intensive vasodilatation in the sciatic pain area after dry needling. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0587-6>
- Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., Hendrick, P., Bateman, M., Moffatt, F., Rathleff, M. S., Smith, T. O., & Logan, P. (2018). Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. In *PLoS ONE* (Vol. 13, Issue 1). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>

- Sobotta. (2019). Atlas de anatomía (24th ed.). Ed. Elsevier.
- Sollmann, N., Mathonia, N., Weidlich, D., Bonfert, M., Schroeder, S. A., Badura, K. A., Renner, T., Trepte-Freisleder, F., Ganter, C., Krieg, S. M., Zimmer, C., Rummeny, E. J., Karampinos, D. C., Baum, T., Landgraf, M. N., & Heinen, F. (2019). Quantitative magnetic resonance imaging of the upper trapezius muscles - Assessment of myofascial trigger points in patients with migraine. *Journal of Headache and Pain*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s10194-019-0960-9>
- Sonnery-Cottet, B., Saithna, A., Quelard, B., Daggett, M., Borade, A., Ouanezar, H., Thauinat, M., & Blakeney, W. G. (2019). Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: a scoping review of the efficacy of interventions. *British Journal of Sports Medicine*, 53(5), 289–298. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098401>
- Spector, T. D., & MacGregor, A. J. (2004). Risk factors for osteoarthritis: genetics. *Osteoarthritis and Cartilage*, 12, 39–44. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2003.09.005>
- Srbely, J. Z., Dickey, J. P., Lee, D., & Lowerison, M. (2010). Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(5), 463–468. <https://doi.org/10.2340/16501977-0535>
- Staud, R. (2010). Is it all central sensitization? Role of peripheral tissue nociception in chronic musculoskeletal pain. In *Current Rheumatology Reports* (Vol. 12, Issue 6, pp. 448–454). <https://doi.org/10.1007/s11926-010-0134-x>
- Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Cates, C. J., Cheng, H.-Y., Corbett, M. S., Eldridge, S. M., Emberson, J. R., Hernán, M. A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D. R., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T., Li, T., ... Higgins, J. P. T. (2019). RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 14898. <https://doi.org/10.1136/bmj.14898>
- Sterne, J. A. C., Sutton, A. J., Ioannidis, J. P. A., Terrin, N., Jones, D. R., Lau, J., Carpenter, J., Rucker, G., Harbord, R. M., Schmid, C. H., Tetzlaff, J., Deeks, J. J., Peters, J., Macaskill, P., Schwarzer, G., Duval, S., Altman, D. G., Moher, D., & Higgins, J. P. T. (2011). Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ*, 343(jul22 1), d4002–d4002. <https://doi.org/10.1136/bmj.d4002>

- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using Effect Size—or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-12-00156.1>
- Summers, S. J., Chipchase, L. S., Hirata, R., Graven-Nielsen, T., Cavaleri, R., & Schabrun, S. M. (2019). Motor adaptation varies between individuals in the transition to sustained pain. *Pain*, 160(9), 2115–2125. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001604>
- Sutlive, T. G., Golden, A., King, K., Morris, W. B., Morrison, J. E., Moore, J. H., & Koppenhaver, S. (2018). Short-term effects of trigger point dry needling on pain and disability in subjects with patellofemoral pain syndrome. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 462–473. <https://doi.org/10.26603/ijsp20180462>
- Sutton, A. J., Abrams, K. R., & Jones, D. R. (2001). An illustrated guide to the methods of meta-analysis. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 7(2), 135–148. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2753.2001.00281.x>
- Takla, M. K. N., Razek, N. M. A., Kattabei, O., & El-Lythy, M. A. F. (2016). A comparison between different modes of real-time sonoelastography in visualizing myofascial trigger points in low back muscles. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 24(5), 253–263. <https://doi.org/10.1179/2042618614Y.00000000084>
- Tan, J. M., Crossley, K. M., Munteanu, S. E., Collins, N. J., Hart, H. F., Donnar, J. W., Cleary, G., O’Sullivan, I. C., Maclachlan, L. R., Derham, C. L., & Menz, H. B. (2020). Associations of foot and ankle characteristics with knee symptoms and function in individuals with patellofemoral osteoarthritis. *Journal of Foot and Ankle Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00426-8>
- Tayfur, B., Charuphongsa, C., Morrissey, D., & Miller, S. C. (2021). Neuromuscular Function of the Knee Joint Following Knee Injuries: Does It Ever Get Back to Normal? A Systematic Review with Meta-Analyses. In *Sports Medicine* (Vol. 51, Issue 2, pp. 321–338). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01386-6>
- Thapa, T., Graven-Nielsen, T., & Schabrun, S. M. (2021). Aberrant plasticity in musculoskeletal pain: a failure of homeostatic control? *Experimental Brain Research*, 239(4), 1317–1326. <https://doi.org/10.1007/s00221-021-06062-3>

- Thompson, S. G. (2002). Why and how Sources of Heterogeneity Should be Investigated. In *Systematic Reviews in Health Care* (pp. 157–175). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1002/9780470693926.ch9>
- Thummar, R. C., Rajaseker, S., & Anumasa, R. (2020). Association between trigger points in hamstring, posterior leg, foot muscles and plantar fasciopathy: A cross-sectional study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4), 373–378. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.07.018>
- Torres-Chica, B., Núñez-Samper-Pizarroso, C., Ortega-Santiago, R., Cleland, J. A., Salom-Moreno, J., Laguarda-Val, S., & Fernández-De-Las-Peñas, C. (2015). Trigger points and pressure pain hypersensitivity in people with postmeniscectomy pain. *Clinical Journal of Pain*, 31(3), 265–272. <https://doi.org/10.1097/AJP.000000000000109>
- Tough, E. A., White, A. R., Richards, S., & Campbell, J. (2007). Variability of Criteria Used to Diagnose Myofascial Trigger Point Pain Syndrome-Evidence From a Review of the Literature.
- Tsai, C. T., Hsieh, L. F., Kuan, T. S., Kao, M. J., Chou, L. W., & Hong, C. Z. (2010). Remote effects of dry needling on the irritability of the myofascial trigger point in the upper trapezius muscle. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(2), 133–140. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181a5b1bc>
- Turkiewicz, A., De Verdier, M. G., Engström, G., Nilsson, P. M., Mellström, C., Stefan Lohmander, L., & Englund, M. (2014). Prevalence of knee pain and knee OA in southern Sweden and the proportion that seeks medical care. *Rheumatology (United Kingdom)*, 54(5), 827–838. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keu409>
- Turo, D., Otto, P., Shah, J. P., Heimur, J., Gebreab, T., Zaazhoa, M., Armstrong, K., Gerber, L. H., & Sikdar, S. (2013). Ultrasonic characterization of the upper trapezius muscle in patients with chronic neck pain. *Ultrasonic Imaging*, 35(2), 173–187. <https://doi.org/10.1177/0161734612472408>
- Unverzagt, C., Berglund, K., & Thomas, J. J. (2015). Dry needling for myofascial trigger point pain: a clinical commentary. In *The International Journal of Sports Physical Therapy* | (Vol. 10, Issue 3).

- Uzar, T., Turkmen, I., Menekse, E. B., Dirican, A., Ekaterina, P., & Ozkaya, S. (2018). A case with iatrogenic pneumothorax due to deep dry needling. *Radiology Case Reports*, 13(6), 1246–1248. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2018.08.019>
- Vaianti, E., Scita, G., Ceccarelli, F., & Pogliacomi, F. (2017). Understanding the human knee and its relationship to total knee replacement. *Acta Bio-Medica : Atenei Parmensis*, 88(2S), 6–16. <https://doi.org/10.23750/abm.v88i2-S.6507>
- Valera-Calero, J. A., Sánchez-Jorge, S., Buffet-García, J., Varol, U., Gallego-Sendarrubias, G. M., & Álvarez-González, J. (2021). Is shear-wave elastography a clinical severity indicator of myofascial pain syndrome? An observational study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(13). <https://doi.org/10.3390/jcm10132895>
- van der Heijden, R. A., Lankhorst, N. E., van Linschoten, R., Bierma-Zeinstra, S. M., & van Middelkoop, M. (2015). Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010387.pub2>
- Van Wambeke, P., & Morlion, B. (2014). The growing burden of musculoskeletal pain and the urgent need for early prevention and detection at young age. In *European Journal of Pain (United Kingdom)* (Vol. 18, Issue 9, pp. 1221–1222). <https://doi.org/10.1002/ejp.548>
- Vaughn, I. A., Terry, E. L., Bartley, E. J., Schaefer, N., & Fillingim, R. B. (2019). Racial-Ethnic Differences in Osteoarthritis Pain and Disability: A Meta-Analysis. *The Journal of Pain*, 20(6), 629–644. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2018.11.012>
- Velázquez-Saornil, J., Ruíz-Ruíz, B., Rodríguez-Sanz, D., Romero-Morales, C., López-López, D., & Calvo-Lobo, C. (2017). Efficacy of quadriceps vastus medialis dry needling in a rehabilitation protocol after surgical reconstruction of complete anterior cruciate ligament rupture. *Medicine (United States)*, 96(17). <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006726>
- Vicentini, J. R. T., & Chang, C. Y. (2022). MR Imaging of the Knee Bursae and Bursal Pathology. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 30(2), 241–260. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2021.11.005>



- Vulfsons, S., Ratmansky, M., & Kalichman, L. (2012). Trigger point needling: Techniques and outcome. In *Current Pain and Headache Reports* (Vol. 16, Issue 5, pp. 407–412). <https://doi.org/10.1007/s11916-012-0279-6>
- Wan, X., Wang, W., Liu, J., & Tong, T. (2014). Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range. *BMC Medical Research Methodology*, 14(1), 135. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-135>
- Willy, R. W., Hoglund, L. T., Barton, C. J., Bolgla, L. A., Scalzitti, D. A., Logerstedt, D. S., Lynch, A. D., Snyder-Mackler, L., & McDonough, C. M. (2019). Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(9), CPG1–CPG95. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0302>
- Wong, W. Y., Bjørn, S., Strid, J. M. C., Børglum, J., & Bendtsen, T. F. (2017). Defining the Location of the Adductor Canal Using Ultrasound. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 42(2), 241–245. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000539>
- Woolf, A. D., Zeidler, H., Haglund, U., Carr, A. J., Chaussade, S., Cucinotta, D., Veale, D. J., & Martin-Mola, E. (2004). Musculoskeletal pain in Europe: Its impact and a comparison of population and medical perceptions of treatment in eight European countries. In *Annals of the Rheumatic Diseases* (Vol. 63, Issue 4, pp. 342–347). <https://doi.org/10.1136/ard.2003.010223>
- Wu, J., Qian, Z., Xu, R., Liu, J., Ren, L., & Ren, L. (2021). Association between pain in knee osteoarthritis and mechanical properties of soft tissue around knee joint. *IEEE Access*, 9, 14599–14607. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3050776>
- Wu, W.-T., Chang, K.-V., Naňka, O., Mezian, K., Ricci, V., Wang, B., & Özçakar, L. (2024). Ultrasound Imaging of the Articularis Genus Muscle: Implications for Ultrasound-Guided Suprapatellar Recess Injection. *Diagnostics*, 14(2), 183. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14020183>
- Xu, Y. M., Ge, H. Y., & Arendt-Nielsen, L. (2010). Sustained nociceptive mechanical stimulation of latent myofascial trigger point induces central sensitization in healthy subjects. *Journal of Pain*, 11(12), 1348–1355. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.03.010>

- Yadav, M., Agrawal, M., Bansal, P., Prateek, Garg, M., & Yadav, A. (2023). Ultrasound-guided quadratus lumborum block versus ilioinguinal–iliohypogastric nerve block with wound infiltration for postoperative analgesia in unilateral inguinal surgeries: A randomised controlled trial. *Indian Journal of Anaesthesia*, 67(3), 302. [https://doi.org/10.4103/ija.ija\\_578\\_22](https://doi.org/10.4103/ija.ija_578_22)
- Yoshida, T., Nakamoto, T., & Kamibayashi, T. (2017). Ultrasound-Guided Obturator Nerve Block: A Focused Review on Anatomy and Updated Techniques. *BioMed Research International*, 2017, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/7023750>
- Zarei, H., Bervis, S., Piroozi, S., & Motealleh, A. (2020). Added Value of Gluteus Medius and Quadratus Lumborum Dry Needling in Improving Knee Pain and Function in Female Athletes With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(2), 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.07.009>
- Zhang, W., Doherty, M., Peat, G., Bierma-Zeinstra, M. A., Arden, N. K., Bresnihan, B., Herrero-Beaumont, G., Kirschner, S., Leeb, B. F., Lohmander, L. S., Mazières, B., Pavelka, K., Punzi, L., So, A. K., Tuncer, T., Watt, I., & Bijlsma, J. W. (2010). EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 69(3), 483–489. <https://doi.org/10.1136/ard.2009.113100>
- Zhang, Y., Ge, H. Y., Yue, S. W., Kimura, Y., & Arendt-Nielsen, L. (2009). Attenuated Skin Blood Flow Response to Nociceptive Stimulation of Latent Myofascial Trigger Points. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(2), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.037>