

TESINA
presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

"Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la fuerza muscular,
el dolor y la función en pacientes con síndrome fémoro-patelar"

Autor

Brondo Guido

Director

Lic. Gonzalo Elias

Fecha de presentación

20/05/2026

Firma de Autor

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Brondo Guido', written in a stylized, cursive manner.

Resumen

Introducción: El síndrome fémoro-patelar es una condición frecuente en personas jóvenes y físicamente activas. Se caracteriza por dolor anterior de rodilla, pérdida de la fuerza muscular y limitaciones funcionales que pueden interferir con las actividades diarias y con el ejercicio terapéutico. En este contexto, el uso de cargas elevadas puede verse limitado por el dolor y la baja tolerancia al esfuerzo. El ERFS combina ejercicio de baja intensidad con oclusión parcial y controlada del flujo sanguíneo, lo que podría favorecer la mejora de la fuerza, reducir el dolor y contribuir a la recuperación funcional.

Objetivo general: Analizar, a partir de una revisión bibliográfica, los efectos del ERFS sobre la fuerza, el dolor y la función en pacientes con síndrome fémoro-patelar.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, SciELO, Biblioteca Virtual en Salud y mediante búsqueda manual. Se seleccionaron artículos publicados entre 2015 y la actualidad que abordaran el entrenamiento con ERFS en pacientes con síndrome fémoro-patelar.

Resultados: La mayoría de los estudios reportó resultados favorables del ERFS sobre la fuerza y el dolor, especialmente en la musculatura extensora de rodilla. En varios trabajos también se observaron mejoras funcionales, aunque esta variable mostró resultados menos uniformes. En conjunto, los hallazgos sugieren que el ERFS puede constituir una alternativa útil dentro del tratamiento conservador del síndrome fémoro-patelar, sobre todo cuando el dolor limita la tolerancia a cargas elevadas. Sin embargo, algunos estudios no encontraron diferencias significativas frente a otros abordajes, lo que refleja cierta heterogeneidad en los protocolos aplicados, en los métodos de evaluación y en las intervenciones comparadas.

Conclusión: El ERFS se presenta como una herramienta útil dentro del tratamiento conservador del síndrome fémoro-patelar, principalmente por sus efectos sobre la fuerza y el dolor. Su aplicación con cargas bajas permite sostener el estímulo terapéutico en pacientes con menor tolerancia a ejercicios de mayor intensidad. No debería considerarse un reemplazo del ejercicio terapéutico convencional, sino un complemento o una alternativa en etapas donde el dolor limita la carga mecánica. Se requieren más estudios con muestras más amplias y protocolos más homogéneos para definir con mayor precisión su alcance terapéutico.

Palabras clave: síndrome de dolor femoropatelar; terapia de restricción del flujo sanguíneo; dolor; fuerza muscular; función.

Índice

I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Marco teórico	4
III.I. Síndrome Fémoro-Patelar	4
III.I.I. Recuerdo anatómico y biomecánico	4
III.I.II. Epidemiología	5
III.I.III. Factores de riesgo	6
III.I.IV. Clínica del SFP	6
III.I.V. Evaluaciones	7
III.I.VI. Tratamiento conservador	10
III.II. Terapia con Restricción del flujo sanguíneo	11
III.II.I. Historia del ERFS	11
III.II.II. Características técnicas	12
III.II.III. Efectos fisiológicos	13
III.II.IV. Dosificación	14
III.II.IV.1. Presión de oclusión	14
III.II.IV.2 Volumen y pausas	16
III.II.V. Modalidades de aplicación	16
III.II.VI. Indicaciones, Seguridad y contraindicaciones	17
IV. Justificación	19
V. Metodología	20
V.I. Estrategia de búsqueda	20
V.II. Palabras claves	21
V.III. Combinaciones de palabras claves	22
VI. Resultados	24
VI.I. Selección de artículos	24
VI.II. Análisis de los resultados	25
VI.II.I Dolor	25
VI.II.II. Fuerza	27
VI.II.III. Función	29
VI.II.IV. Dosificación y ejercicios	31
VI.II.V. Efectos adversos registrados	34
VI.II.VI. Protocolo basado en la evidencia	35
VI.II.VII. Cuadro resumen	38
VII. Discusión	45
VIII. Conclusión	49
IX. Referencias bibliográficas	50
X. Anexos:	61

I. Introducción.

El síndrome fémoro-patelar (SFP) representa un motivo frecuente de consulta en el ámbito de la rehabilitación y la medicina del deporte debido a su impacto sobre las actividades de la vida diaria y el entrenamiento. El dolor en la cara anterior de la rodilla puede limitar acciones como subir y bajar escaleras, permanecer sentado durante períodos prolongados, agacharse, correr, saltar o realizar cambios de dirección. Estas dificultades afectan la funcionalidad, el rendimiento y la participación física, por lo que resulta necesario contar con estrategias terapéuticas orientadas a revertir dichas alteraciones.¹

Dentro del abordaje conservador, el ejercicio terapéutico ocupa un lugar central, ya que ha demostrado efectos favorables sobre el dolor, la función y la tolerancia a la carga. Su aplicación progresiva permite disminuir la sintomatología, mejorar la capacidad funcional y favorecer la adaptación de la rodilla y de las estructuras periarticulares frente a las demandas mecánicas. Además, contribuye al aumento de la fuerza muscular, al control neuromuscular y a una mejor calidad del movimiento durante tareas funcionales.^{2,3}

Sin embargo, aunque el ejercicio terapéutico es considerado una intervención de primera línea, su aplicación como único recurso puede presentar limitaciones. En pacientes con mayor irritabilidad, dolor elevado o baja tolerancia al esfuerzo, el tratamiento puede aumentar la sintomatología, dificultar la adherencia y enlentecer la progresión. El dolor durante la ejecución también puede comprometer la calidad del movimiento, alterar la activación muscular y reducir la eficacia del entrenamiento. Por ello, en determinados casos resulta necesario recurrir a estrategias complementarias que permitan sostener el estímulo terapéutico sin agravar el cuadro clínico.^{4,5}

En este contexto, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (ERFS) ha despertado interés dentro de la rehabilitación musculoesquelética, ya que combina ejercicios de baja carga con un estímulo muscular suficiente para generar adaptaciones. Su utilidad principal radica en aquellos casos en los que el fortalecimiento convencional de alta intensidad no es bien tolerado o no resulta conveniente en una determinada etapa del tratamiento. La literatura sugiere que su aplicación junto con ejercicios de baja intensidad podría favorecer la prevención de la atrofia, la hipertrofia muscular y el aumento de la fuerza.^{6,7}

El ERFS también ha sido utilizado en otras patologías musculoesqueléticas, mostrando resultados favorables en distintas variables clínicas y funcionales. En pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior, su aplicación se ha asociado con menor atrofia del cuádriceps y con incrementos en la fuerza muscular durante las primeras semanas de recuperación. En el tendón de Aquiles, ha mostrado adaptaciones tendinosas y

musculares comparables a las obtenidas con entrenamiento de mayor intensidad. Asimismo, en adultos mayores con sarcopenia o riesgo de desarrollarla, esta modalidad ha demostrado mejoras en la fuerza y en la masa muscular. En conjunto, estos antecedentes muestran que el ERFS puede aportar beneficios relevantes en distintos contextos de rehabilitación y fortalecimiento.⁸⁻¹⁰

El ERFS consiste en aplicar un manguito neumático en la porción proximal de la extremidad para generar una restricción parcial del flujo arterial y una mayor limitación del retorno venoso. Entre sus principales ventajas se encuentra la posibilidad de obtener resultados comparables en variables como la fuerza y la función con una menor carga mecánica, dado que habitualmente se aplica con intensidades bajas, próximas al 20-30% de 1RM. Esto se explica, en parte, porque la restricción parcial del flujo sanguíneo genera un entorno de menor disponibilidad de oxígeno a nivel muscular y un aumento del estrés metabólico, produciendo respuestas fisiológicas similares a las observadas durante ejercicios de mayor intensidad.^{11,12}

En este sentido, esta estrategia terapéutica podría resultar beneficiosa en pacientes con SFP, al asociarse con mejoras en parámetros clínicos y funcionales relevantes. Su uso podría favorecer una evolución más tolerable y progresiva del tratamiento, contribuyendo no solo al desempeño muscular, sino también a una posible disminución del dolor percibido¹³. A partir de lo expuesto surgió el interés en realizar esta tesina y, en función de ello, se planteó la siguiente pregunta problema: ¿Cuáles son los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la fuerza muscular, el dolor y la función en pacientes con SFP?

II.Objetivos

II.a . Objetivo general

- Analizar, mediante una revisión bibliográfica, la efectividad del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la fuerza muscular , el dolor y la función en pacientes con síndrome fémoro-patelar.

II.b . Objetivos específicos.

- Identificar los protocolos de dosificación y los tipos de ejercicios utilizados en la implementación de ERFS en pacientes con síndrome fémoro-patelar.
- Analizar la presencia de efectos adversos del ERFS en pacientes con síndrome fémoro-patelar.
- Analizar los protocolos de ERFS basados en la evidencia para tratar pacientes con síndrome fémoro-patelar.

III. Marco teórico

III.I. Síndrome Fémoro-Patelar

III.I.I. Recuerdo anatómico y biomecánico de la articulación fémoro-patelar

La articulación fémoro-patelar está formada por la relación entre la patela y la tróclea femoral, y constituye una parte fundamental del mecanismo extensor de la rodilla. La patela actúa como una polea anatómica que mejora la eficiencia del cuádriceps al aumentar su brazo de palanca y favorecer la transmisión de fuerzas hacia el tendón rotuliano y la tibia. La fuerza y el control muscular del cuádriceps influyen directamente sobre el comportamiento mecánico de esta articulación y sobre la tolerancia a la carga durante actividades funcionales.^{14,15}

La estabilidad fémoro-patelar depende de la interacción entre estabilizadores activos y pasivos. Entre los estabilizadores activos se destaca principalmente el cuádriceps, en especial el vasto medial y el vasto lateral, cuya acción contribuye al correcto seguimiento de la rótula sobre la tróclea femoral durante los movimientos de flexión y extensión de rodilla. Entre los estabilizadores pasivos se incluyen la congruencia ósea entre la rótula y la tróclea femoral, la cápsula articular, los retináculos y el ligamento patelofemoral medial. En conjunto, estas estructuras permiten mantener la alineación patelar, distribuir adecuadamente las cargas y otorgar estabilidad a la articulación durante las actividades funcionales.¹⁶

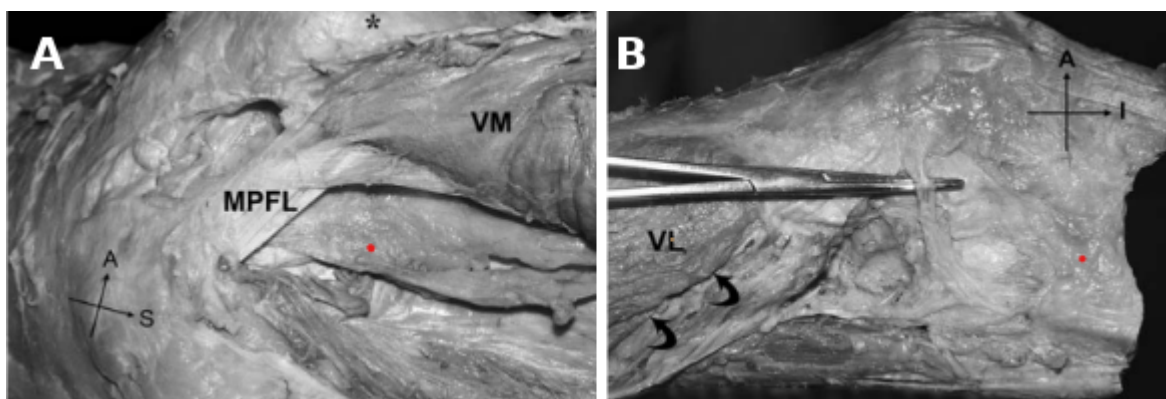


Figura 1. Estabilizadores pasivo y activo . A) Vista anatómica de la región medial del ligamento patelofemoral medial (MPFL) y del vasto medial (VM). B) Vista anatómica de la región lateral con identificación del vasto lateral (VL) y del ligamento patelofemoral lateral (LPFL).¹⁷

Desde el punto de vista biomecánico, el estrés fémoro-patelar depende principalmente de la tensión desarrollada por el cuádriceps y del grado de flexión de la rodilla. Durante actividades como la sentadilla, el ascenso y descenso de escaleras, la carrera o el salto, el aumento de la flexión demanda una mayor acción del cuádriceps y, en consecuencia, incrementa la fuerza de reacción articular entre la patela y la tróclea femoral. Si esta carga supera la capacidad de adaptación de los tejidos, puede favorecer la aparición o persistencia del dolor anterior de rodilla. A su vez, factores como la aducción y rotación interna de cadera, el valgo dinámico de rodilla y determinadas alteraciones del pie y tobillo pueden modificar la distribución de las fuerzas sobre la articulación fémoro-patelar.¹⁸

III.I.II. Epidemiología

El SFP constituye una de las causas más frecuentes de dolor anterior de rodilla, especialmente en adolescentes, adultos jóvenes y personas físicamente activas. Su frecuencia varía en función de la población estudiada, el nivel de actividad física y los criterios diagnósticos utilizados. En una revisión sistemática y metaanálisis, Smith et al. informaron una prevalencia anual del 22,7% en la población general y del 28,9% en adolescentes. Asimismo, la prevalencia puntual agrupada fue del 7,2% en adolescentes de ambos sexos y del 22,7% en atletas amateurs mujeres, lo que refleja la elevada frecuencia de esta condición en poblaciones jóvenes y activas.¹⁹

En relación con el sexo, diversos estudios han mostrado una mayor frecuencia del SFP en mujeres, especialmente en adolescentes y deportistas jóvenes. Distintas revisiones señalan que las mujeres presentan una mayor probabilidad de desarrollar esta condición en comparación con los hombres, y que determinados contextos de práctica deportiva pueden asociarse con una mayor incidencia en jóvenes atletas. Esta distribución refuerza la importancia de considerar no solo la localización del dolor, sino también el contexto de crecimiento, entrenamiento y control motor en poblaciones físicamente activas.^{20,21}

Por otra parte, el estudio de Boling et al. informaron una incidencia de 22 por cada 1000 persona-año en cadetes de academia militar, observando que las mujeres presentaron 2,23 veces más probabilidades de desarrollar SFP que los hombres. Esta distribución refuerza la importancia de considerar no solo la localización del dolor, sino también el contexto de crecimiento, entrenamiento y control motor en poblaciones físicamente activas.²²

III.I.III. Factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados al SFP son multifactoriales y pueden clasificarse en anatómicos, biomecánicos, musculares y neuromusculares. Algunos de ellos son propios del individuo y pueden ser modificables, como la fuerza muscular, el control motor o ciertos patrones de movimiento, y no modificables, como determinadas características estructurales, la morfología ósea o el sexo. A su vez, existen factores externos vinculados a la carga, el volumen de entrenamiento, el tipo de actividad física, la superficie y el calzado, que también pueden influir en la aparición de los síntomas. Dado que en el SFP intervienen múltiples factores, el reconocimiento de aquellos que pueden ser abordados clínicamente resulta especialmente relevante para orientar intervenciones preventivas y terapéuticas.²³

Dentro de los factores de riesgo del SFP se incluyen componentes anatómicos, biomecánicos, musculares y neuromusculares. Entre los anatómicos se describen alteraciones como la displasia troclear, la patela alta y ciertas variaciones en la alineación femoropatelar, que pueden modificar la congruencia articular y la distribución de cargas. Desde el punto de vista biomecánico, patrones como el valgo dinámico, el aumento de la aducción y la rotación interna de cadera, junto con alteraciones del pie y tobillo, pueden incrementar el estrés sobre la articulación femoropatelar. A nivel muscular y neuromuscular, los déficits de fuerza o resistencia del cuádriceps y de la musculatura de cadera, sumados a alteraciones en el reclutamiento, la coordinación y el control dinámico del miembro inferior, pueden comprometer la absorción de cargas, el seguimiento patelar y la calidad del movimiento. En conjunto, estos factores interactúan entre sí y pueden favorecer tanto la aparición como la persistencia de los síntomas en personas con SFP.^{24,25}

III.I.IV. Clínica del síndrome fémoro-patelar.

El SFP se caracteriza clínicamente por dolor difuso en la región anterior de la rodilla, de inicio habitualmente insidioso y mal localizado, que suele describirse como retro o peripatelar. Este dolor generalmente aumenta con actividades que incrementan la carga sobre la articulación femoropatelar, como subir y bajar escaleras, correr, agacharse, saltar, arrodillarse o permanecer sentado durante períodos prolongados con la rodilla flexionada, situación conocida clásicamente como “signo del cine”.²⁶

Desde el punto de vista sintomático, además del dolor, algunos pacientes pueden referir rigidez, sensación de presión o molestia al reiniciar la marcha luego de un tiempo prolongado en sedestación, así como una percepción subjetiva de inestabilidad o de falla de la rodilla. También pueden presentar crepitación o chasquidos durante el movimiento, aunque estos hallazgos no son exclusivos del cuadro y deben interpretarse junto con el resto de la evaluación clínica.²⁷

III.I.V. Evaluaciones

La evaluación requiere integrar variables que reflejen sus manifestaciones principales, dado que el cuadro se expresa predominantemente como dolor relacionado con la carga, acompañado de limitación funcional y, con frecuencia, reducción de la capacidad muscular. Por ello, es necesario considerar medidas que permitan identificar el estado inicial del paciente y apreciar los cambios clínicos y funcionales durante el proceso de rehabilitación.²⁸

En primer lugar, el dolor constituye la variable clínica central y suele cuantificarse mediante escalas de autorreporte, como la Escala Visual Analógica (EVA) o la Numeric Pain Rating Scale (NPRS). No obstante, en el SFP la valoración aislada de su intensidad puede resultar insuficiente, ya que su comportamiento suele estar condicionado por la tarea y la carga. Por ello, además de cuantificar su intensidad, resulta importante registrar su localización, el umbral de aparición durante la actividad y su comportamiento posterior a la carga, ya que estos aspectos aportan información sobre la irritabilidad del cuadro y orientan decisiones de dosificación.²⁹

La función se objetiva mediante cuestionarios validados, preferentemente específicos para dolor anterior de rodilla. La Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS) es una de las medidas más utilizadas, ya que integra síntomas y limitaciones en actividades de la vida diaria y del deporte, y permite monitorear cambios en el tiempo. De manera complementaria, puede registrarse la tolerancia y el rendimiento en tareas funcionales relevantes, como subir escaleras, correr, realizar sentadillas o permanecer sentado sin aumento de síntomas. En pacientes deportistas, además, resulta útil considerar el nivel de participación, la limitación percibida y el retorno progresivo a la carga.³⁰

Por otro lado, la fuerza muscular representa una variable importante por su relación con la capacidad de absorber carga, estabilizar la articulación y sostener el rendimiento del aparato extensor. Para la medición objetiva de esta variable se utiliza la prueba de 1 RM, la dinamometría manual y la dinamometría isocinética. La cuantificación de la fuerza, en

particular del cuádriceps, permite identificar déficits, objetivar asimetrías en caso de compromiso unilateral y monitorear las adaptaciones a lo largo del tratamiento. Además de medir la fuerza máxima, resulta clínicamente relevante considerar la capacidad de sostener la producción de fuerza ante la fatiga y el control durante tareas de fuerza funcional, dado que el SFP suele manifestarse en actividades repetitivas.³¹

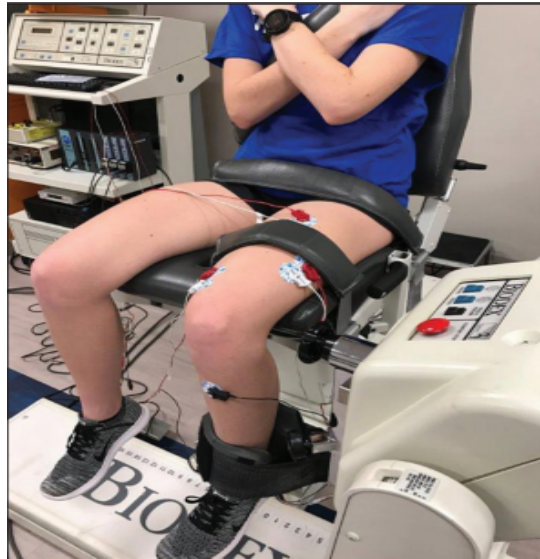


Figura 2. Evaluación de la fuerza con dinamometría isocinética ³²

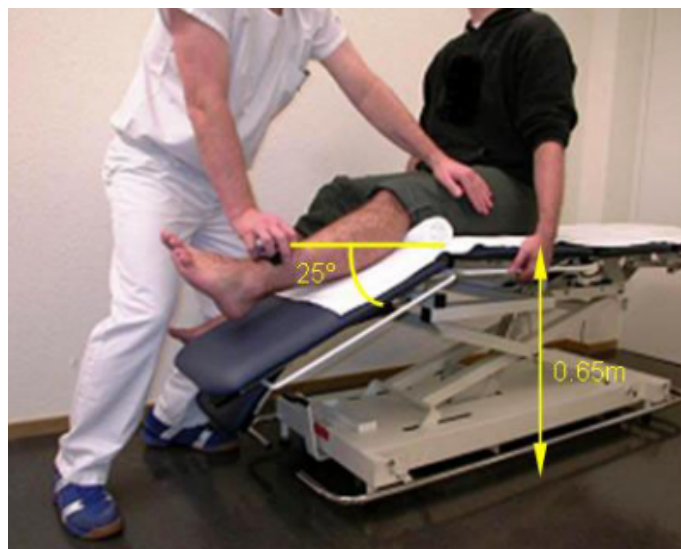


Figura 3. Evaluación de la fuerza con dinamometría manual ³³

Para la medición subjetiva de la fuerza se emplea la prueba manual de fuerza muscular, que valora el desempeño del paciente según su capacidad para ejecutar el movimiento y sostenerlo frente a la gravedad, incorporando luego resistencia aplicada por el evaluador. Se destaca por su practicidad: es rápido, accesible y ampliamente utilizado. Sin embargo, su principal limitación es que depende del criterio del evaluador, por lo que puede presentar variabilidad intra e interobservador y ofrece una estimación ordinal más que un valor cuantitativo. Por este motivo, cuando se requiere mayor precisión, suele complementarse con mediciones objetivas mediante dinamometría, ya sea manual o isocinética.³⁴

De manera complementaria, la valoración clínica no debe limitarse a medidas aisladas, sino que también debe considerarse la calidad del movimiento y control motor durante tareas que incrementan la demanda. En este sentido, la evaluación funcional permite analizar el comportamiento durante actividades con carga, integrando la presencia de dolor, la tolerancia al esfuerzo y la calidad del gesto motor. Pruebas como el step-down, la sentadilla unipodal, el ascenso y descenso de escaleras, o tareas de equilibrio dinámico resultan útiles para identificar alteraciones del control neuromuscular, como el colapso medial de rodilla, la caída pélvica, la rotación interna femoral, la alineación rodilla-pie y el control excéntrico durante la fase de descenso. De este modo, estas pruebas complementan la valoración del dolor, la función y la fuerza, al aportar información sobre cómo se expresan dichas limitaciones durante actividades semejantes a las de la vida diaria o el deporte.³⁵

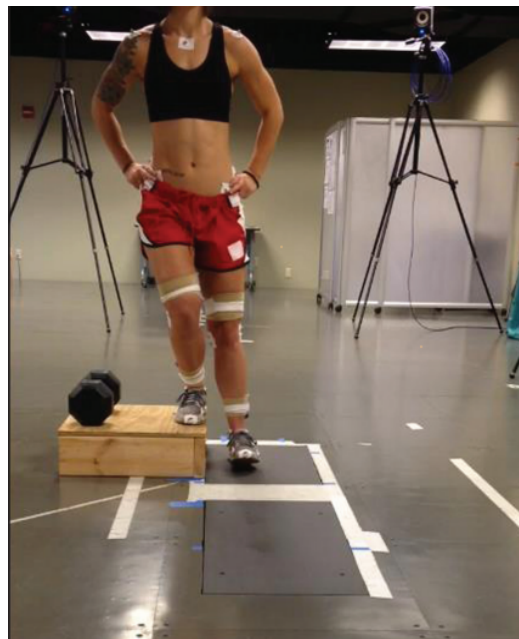


Figura 3. Prueba funcional de step-down.³⁶

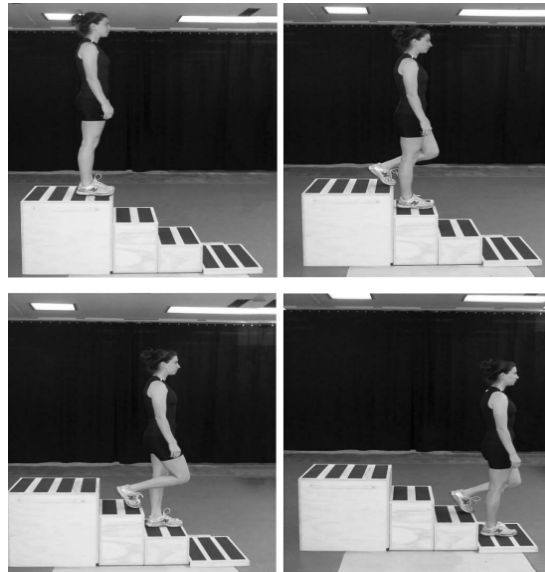


Figura 4. Evaluación funcional durante el descenso de escaleras.³⁷

Como complemento de la valoración clínica del SFP, pueden utilizarse maniobras semiológicas orientadas a reproducir el dolor anterior de rodilla y a valorar la sintomatología del paciente. Entre las más utilizadas se encuentran el test de Clarke, el test de compresión rotuliana, el test de deslizamiento patelar o aprehensión de Fairbank y el test de volteo rotuliano. Sin embargo, estas pruebas no deben interpretarse de manera aislada, ya que ninguna posee valor diagnóstico definitivo por sí sola. Por este motivo, su utilidad principal radica en complementar la anamnesis, la evaluación funcional, la valoración del dolor y la medición de la fuerza, variables directamente vinculadas con los objetivos de esta revisión.³⁸

III.I.VI. Tratamiento conservador

El tratamiento conservador del SFP comprende diversas modalidades terapéuticas que pueden aplicarse según la sintomatología, las limitaciones funcionales y las características de cada paciente. Entre las alternativas más utilizadas se encuentran el ejercicio terapéutico, el vendaje patelar, la electroestimulación, la terapia manual, las órtesis plantares y, más recientemente, estrategias como el ERFS. En conjunto, estos abordajes buscan disminuir el dolor, mejorar la función y favorecer una adecuada tolerancia a las actividades de la vida diaria y deportivas.³⁹

Sin embargo, no todas estas modalidades cuentan con el mismo nivel de evidencia. Dentro de este abordaje, el ejercicio terapéutico es el recurso que presenta mayor respaldo, especialmente cuando se orienta al fortalecimiento y al mejor control funcional de la musculatura de la rodilla y la cadera. Su importancia radica en que no solo apunta a disminuir el dolor, sino también a mejorar la capacidad funcional y la mecánica del movimiento.⁴⁰

Por otro lado, intervenciones como el vendaje, la electroestimulación, las órtesis o el ERFS pueden utilizarse como herramientas complementarias dentro del proceso de rehabilitación. Estas estrategias pueden contribuir al alivio sintomático o facilitar determinadas etapas del tratamiento, aunque su respaldo suele ser más limitado o menos consistente en comparación con el ejercicio terapéutico. Por ello, en la actualidad se considera que la base de este abordaje debe centrarse principalmente en el ejercicio, mientras que las demás modalidades pueden incorporarse de manera complementaria según las necesidades individuales del paciente.⁴¹

En este sentido, el ejercicio terapéutico ocupa un lugar central dentro de este abordaje, ya que permite intervenir de manera directa sobre varios de los factores frecuentemente asociados a este cuadro, como los déficits de fuerza del cuádriceps y de la musculatura de cadera, las alteraciones del control neuromuscular y la escasa tolerancia a la carga durante actividades funcionales. A través de una progresión dosificada y adaptada a la irritabilidad del paciente, el ejercicio favorece no solo el fortalecimiento muscular, sino también una mejor capacidad para tolerar gestos funcionales. Además, la evidencia sugiere que los programas que combinan trabajo sobre rodilla y cadera presentan mejores resultados que los abordajes aislados, ya que permiten una intervención más completa sobre la mecánica y la función del miembro inferior.⁴²

III.II. Terapia con restricción de flujo sanguíneo (ERFS)

III.II.I. Historia del ERFS

Esta modalidad de ejercicio se originó en Japón en 1966, a partir de las experiencias desarrolladas por Yoshiaki Sato. Su interés por este método surgió tras asociar ciertas sensaciones de congestión y tensión muscular en las pantorillas con una reducción transitoria del flujo sanguíneo mientras participaba de un ritual budista, lo que lo llevó a experimentar con distintos métodos de compresión externa aplicados durante el ejercicio.⁴³

En sus primeros intentos, utilizó recursos caseros y formas rudimentarias de compresión con el objetivo de restringir parcialmente la circulación durante el ejercicio, buscando reproducir esa sensación de trabajo muscular intenso sin necesidad de emplear cargas elevadas. Con el paso del tiempo, estas experiencias fueron perfeccionándose progresivamente a través de la prueba y el error, hasta adquirir una forma más organizada y sistematizada hacia la década de 1980. Posteriormente, este método comenzó a difundirse con mayor amplitud y fue conocido bajo la denominación de “Kaatsu”, término con el que se popularizó inicialmente.⁴³

A partir de esto, el método fue evolucionando desde una práctica empírica hacia una estrategia de entrenamiento y rehabilitación cada vez más estudiada. Con el avance de la investigación, el interés dejó de centrarse únicamente en sus efectos sobre el aumento de la masa muscular y comenzó a extenderse también a su posible utilidad en contextos clínicos, especialmente en situaciones en las que no resulta conveniente trabajar con altas cargas mecánicas. De esta manera, el ERFS pasó de ser una propuesta inicialmente desarrollada en el ámbito deportivo a convertirse en una alternativa de creciente interés dentro del campo de la rehabilitación musculoesquelética.⁴⁴

III.II.II. Características Técnica

El ERFS, es una modalidad mediante el cual se aplica presión externa controlada sobre la porción proximal de una extremidad (miembro superior o inferior), habitualmente mediante un manguito neumático o banda específica, con el propósito de modificar de manera transitoria la hemodinámica local durante el reposo o el ejercicio. En términos fisiológicos, la ERFS busca reducir principalmente el retorno venoso y, en función de la presión utilizada, limitar parcialmente el ingreso arterial, sin llegar en condiciones habituales a una oclusión arterial completa. Esta combinación produce un entorno local caracterizado por menor disponibilidad de oxígeno (hipoxia relativa), acumulación de metabolitos y aumento del estrés metabólico intramuscular, lo que incrementa la fatiga y la percepción del esfuerzo aun cuando se emplean bajas cargas externas.⁴⁵



Figura 8. Manguito o banda de oclusión con esfigmomanómetro ⁴⁵

Desde una perspectiva funcional, se utiliza para potenciar adaptaciones neuromusculares (principalmente relacionadas con fuerza e hipertrofia) con una menor demanda mecánica sobre las articulaciones y tejidos, lo cual resulta relevante en contextos de entrenamiento y de rehabilitación cuando la aplicación de cargas altas no es conveniente o no es posible. El efecto final depende de múltiples variables, entre ellas la presión aplicada, el ancho y material del manguito, la ubicación (brazo o muslo), las características antropométricas y cardiovasculares del individuo, y el protocolo de ejercicio asociado (intensidad, volumen, pausas y tiempo bajo restricción). En conjunto, el ERFS se conceptualiza como una estrategia de modulación vascular periférica que, mediante un control específico del flujo sanguíneo, permite inducir estímulos fisiológicos comparables a los del entrenamiento de mayor intensidad, manteniendo cargas externas relativamente bajas. ⁴⁶

III.II.III. Efectos Fisiológicos

El ERFS puede inducir hipertrofia con cargas bajas al generar un entorno intramuscular de alto estrés metabólico, producto de la oclusión venosa y la restricción arterial parcial, que atenúa en parte la menor tensión externa propia del trabajo con 20–30% de 1RM. En términos teóricos, este método involucra dos de los principales estímulos vinculados a la hipertrofia muscular, la tensión mecánica y el estrés metabólico, aunque en este contexto este último adquiere un papel especialmente relevante. Dentro de los mecanismos fisiológicos más descritos se encuentran la acumulación de metabolitos y la hiperemia reactiva. La restricción enlentece la eliminación local de lactato, H⁺ y fosfato inorgánico, lo que incrementa el estrés metabólico y acelera la fatiga muscular durante la serie. Posteriormente, al finalizar el esfuerzo o liberar la presión, se produce un aumento

transitorio de la perfusión muscular, favoreciendo la normalización del medio local y la disipación de los metabolitos acumulados.^{47,48}

A nivel neuromuscular, también se describen adaptaciones relevantes. Según el principio del tamaño de Henneman, las unidades motoras se reclutan de manera progresiva desde las de menor umbral, que inervan principalmente fibras tipo I, hacia las de mayor umbral, vinculadas a las fibras tipo II, a medida que aumenta la demanda de fuerza. Sin embargo, en el ERFS, la hipoxia y la acumulación de metabolitos generan una fatiga local temprana que reduce rápidamente la capacidad de las fibras inicialmente reclutadas para sostener la contracción. Como consecuencia, el sistema nervioso debe incrementar antes la activación muscular y adelantar el reclutamiento de unidades motoras de mayor umbral, aumentando la participación de fibras tipo II incluso con cargas bajas. Este fenómeno constituye uno de los mecanismos propuestos para explicar las adaptaciones de fuerza e hipertrofia observadas con este método.^{49,50}

Por otro lado, se han propuesto respuestas hormonales y vasculares que también podrían contribuir a estas adaptaciones. El elevado estrés metabólico inducido por este tipo de ejercicio puede asociarse con aumentos transitorios de hormonas y factores relacionados con la adaptación, como GH, IGF-1 y VEGF, generando un entorno favorable para la hipertrofia, la reparación tisular y la mejora de la microcirculación muscular. A su vez, la repetición de ciclos de hipoxia local y reperfusión actúa como señal para la remodelación vascular periférica, optimizando la red capilar del músculo entrenado. Este proceso, en el que participan señales angiogénicas como VEGF, puede traducirse en una mayor capacidad de perfusión y en un medio más favorable para la recuperación y función muscular.^{47,48}

III.II.IV. Dosificación

III.II.IV.1. Presión de oclusión (AOP)

En la aplicación del ERFS, la presión del manguito constituye la principal variable de dosificación, ya que determina el grado de restricción del flujo sanguíneo. Un avance importante para estandarizar este procedimiento fue la incorporación del concepto de presión de oclusión arterial del miembro (AOP), definida como la presión mínima necesaria para ocluir completamente el flujo arterial distal. Esta puede determinarse mediante Doppler vascular o mediante sistemas automáticos de medición, lo que permite obtener un valor objetivo y ajustar la presión de manera más segura e individualizada. Estos dispositivos se colocan sobre una arteria distal al manguito, con el fin de detectar el flujo sanguíneo y reconocer el momento en que este desaparece al aumentar la presión. En el miembro superior, suele ubicarse a nivel de la arteria radial o cubital, mientras que en el miembro

inferior se coloca sobre la arteria tibial posterior o la arteria dorsal del pie. De este modo, el punto en el que deja de percibirse el pulso distal corresponde a la presión de oclusión arterial del miembro.⁵¹



Figura 9. Dispositivo doppler vascular **(B)** Arteria radial. **(C)** Arteria tibial posterior.⁵¹

Se ha sugerido que la presión debe establecerse en relación con las características del individuo y con las del manguito que se utilizará durante el ejercicio, especialmente el ancho y material, tomando como referencia la presión de oclusión arterial. Esto se debe a que la presión necesaria para alcanzar un determinado nivel de restricción no es igual en todos los sujetos, por lo que el uso de presiones absolutas fijas expresadas en mmHg puede generar niveles muy diferentes de restricción.⁵¹

En consecuencia, se recomienda que la presión de entrenamiento no se establezca con valores arbitrarios, sino como un porcentaje de la AOP, habitualmente dentro de rangos aproximados del 40 al 80%, según el objetivo y el protocolo utilizado. Presiones por debajo del 40% no han demostrado generar adaptaciones relevantes frente al entrenamiento convencional. De este modo, la utilización de la AOP permite una dosificación más precisa y reproducible, reduciendo el riesgo de aplicar una presión insuficiente o excesiva. No obstante, debe considerarse que el %AOP no representa de manera estrictamente lineal un porcentaje exacto de reducción del flujo, sino un criterio práctico para estandarizar la restricción de forma más consistente entre individuos.⁵²

La AOP también varía según la posición corporal, por lo que una misma presión puede generar distintos grados de restricción según la postura adoptada. Se han reportado valores promedio de aproximadamente 187 mmHg en decúbito supino, 204 mmHg en sedestación y 241,5 mmHg en bipedestación, mostrando un aumento progresivo a medida que la posición es más vertical. Por ello, se recomienda medir la AOP en la misma postura en la que se

realizará la aplicación o el ejercicio, ya que una presión insuficiente podría no generar el estímulo buscado, mientras que una excesiva podría aumentar el riesgo de una restricción demasiado alta.⁵³

III.II.IV.2. Volumen y pausas

El protocolo de entrenamiento con ERFS puede variar entre estudios según la población y el objetivo. De forma habitual, se utiliza un esquema de series y repeticiones de uso frecuente que implica 75 repeticiones en 4 series, con una primera serie de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones (30–15–15–15). Además, existen protocolos que ajustan el volumen y la dosificación en función de la fatiga, los cuales también se han utilizado en la literatura.

En cuanto a la intensidad, la mayoría de los protocolos emplean bajas cargas, generalmente entre 20% y 50% de 1RM. Los intervalos de descanso entre series utilizados durante ERFS son generalmente cortos y, por lo general, la restricción se mantiene durante este período. El descanso recomendado entre las series es de 30´ a 60´, durante el cual se busca aumentar el estrés metabólico con el manguito inflado potenciando las respuestas adaptativas.¹²

III.II.V. Modalidades de aplicación

Las modalidades de aplicación del ERFS pueden clasificarse según se utilicen en reposo o en combinación con otras intervenciones terapéuticas o de entrenamiento. En términos generales, incluyen su uso pasivo, su aplicación junto con ejercicios de fuerza de baja carga, su combinación con ejercicio aeróbico de baja intensidad y su asociación con otras estrategias, como la estimulación eléctrica neuromuscular (NMES). La elección de una u otra modalidad depende del objetivo buscado, del estado funcional del sujeto y de la tolerancia a la carga mecánica.¹²

El uso pasivo consiste en aplicar el ERFS sin que el sujeto realice ejercicio activo. Esta modalidad suele emplearse principalmente en contextos de inmovilización o en fases iniciales de rehabilitación, cuando todavía no es posible aplicar cargas externas de manera adecuada. En estos casos, se utiliza para atenuar la pérdida de masa y función muscular durante períodos de baja actividad o descarga. En esta misma línea, el ERFS también puede asociarse con otras intervenciones terapéuticas, como la estimulación eléctrica neuromuscular (NMES), especialmente en sujetos con limitada capacidad para realizar ejercicio voluntario o con baja tolerancia a la carga, favoreciendo la activación muscular y el mantenimiento de la función.^{54,55}

La combinación con ejercicios de fuerza de baja carga representa la modalidad más difundida y estudiada. En este caso, el ERFS se aplica durante el ejercicio contra resistencia con intensidades reducidas, lo que permite promover adaptaciones de fuerza e hipertrofia con menor exigencia articular y tisular que el entrenamiento convencional de alta carga. Por este motivo, constituye una alternativa de especial interés en rehabilitación y en situaciones en las que las altas cargas no son toleradas o no están indicadas. Por su parte, el ERFS también puede combinarse con ejercicio aeróbico de baja intensidad, como la marcha o el ciclismo. Esta modalidad permite generar estímulos musculares y funcionales mediante esfuerzos relativamente bajos, por lo que resulta útil en programas orientados a mejorar la capacidad funcional con una demanda mecánica reducida.^{56,57}

III.II.VI. Indicaciones, Seguridad y contraindicaciones

El ERFS se indica principalmente en contextos en los que se busca estimular ganancias de fuerza e hipertrofia muscular con cargas bajas, o atenuar la pérdida de masa y función muscular cuando el trabajo con altas cargas no es tolerado o no está indicado. En este marco, la evidencia disponible indica que el ERFS presenta un perfil de seguridad favorable cuando se aplica de manera protocolizada, individualizada y bajo supervisión adecuada. Para ello, resulta fundamental ajustar correctamente la presión de oclusión según las características del paciente, utilizar manguitos de ancho apropiado, colocarlos de forma proximal en la extremidad correspondiente, respetar tiempos de oclusión limitados y controlar la respuesta clínica durante toda la sesión. En este sentido, la seguridad del método depende no solo de la técnica en sí, sino también de la precisión con la que se dosifican sus variables y del monitoreo clínico durante su aplicación.⁵⁸

Los efectos más frecuentes asociados al ERFS suelen ser transitorios y esperables, como mayor sensación de esfuerzo local, quemazón muscular, dolor muscular tardío más intenso en las primeras sesiones, pequeños hematomas superficiales y molestias por la compresión del manguito. Sin embargo, cuando la presión es excesiva o la aplicación no es adecuada, pueden aparecer hormigueo, adormecimiento, dolor desproporcionado, mareos o malestar general, lo que obliga a revisar la técnica, reducir la presión o interrumpir la sesión si fuera necesario. Por ello, se recomienda una progresión gradual de la dosis y un monitoreo constante de los síntomas, especialmente en las primeras aplicaciones.⁵⁹

Aunque los eventos adversos graves, como trombosis venosa, embolia o rabdomiólisis, han sido descritos en la literatura, se consideran poco frecuentes cuando el método se aplica correctamente. En general, estos eventos se asocian más con una mala selección del paciente, errores en la dosificación o la presencia de factores predisponentes, como presiones excesivas, tiempos prolongados bajo oclusión, volumen de ejercicio muy

alto, progresión inadecuada, deshidratación, estrés térmico o ciertas condiciones clínicas de base.⁵⁹

Respecto de las contraindicaciones y de las poblaciones que requieren especial precaución, deben considerarse con mayor cuidado los pacientes con alteraciones del sistema circulatorio, obesidad, diabetes, calcificación arterial, rasgo falciforme o anemia falciforme, hipertensión arterial grave y compromiso renal. Asimismo, se debe extremar la cautela o incluso desaconsejar su uso en casos de antecedente o presencia de tromboembolismo venoso, enfermedad vascular periférica, infección en la extremidad, linfadenectomía, procesos tumorales o neoplásicos y uso de medicación que aumente el riesgo de coagulación. En todos los casos, la indicación del ERS debe definirse a partir de una evaluación individual integral, considerando antecedentes, signos clínicos, comorbilidades, objetivos terapéuticos y tolerancia del paciente.⁶⁰

IV. Justificación

La dificultad clínica y prevalencia del SFP resaltan la necesidad de desarrollar intervenciones terapéuticas efectivas e innovadoras que aborden aspectos físicos, como el dolor, la fuerza y la función. Estos factores influyen significativamente en la evolución del cuadro clínico y en la calidad de vida de los pacientes.

Esta investigación tiene como objetivo reunir y analizar la evidencia científica disponible sobre el ERFS en pacientes con SFP, con el fin de aportar información relevante que oriente a futuras intervenciones y que facilite la toma de decisiones clínicas. Asimismo, puede servir como un punto de partida para nuevas investigaciones que evalúen la efectividad de enfoques terapéuticos combinados, buscando optimizar las intervenciones y mejorar la evolución de la sintomatología en esta población.

Además, promover la adherencia terapéutica resulta fundamental en este contexto, ya que contar con estrategias claras y respaldadas por evidencia científica puede mejorar el compromiso de los pacientes con el tratamiento, favorecer la continuidad de las intervenciones y asociarse con una disminución de los síntomas, lo que podría contribuir a una mejora general .

V. Métodos

V.I. Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa obteniendo información de diferentes estudios científicos. Éstos fueron seleccionados de las plataformas: PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y SciELO. La estrategia de búsqueda combinó términos controlados, como MeSH y DeCS, junto con términos libres relacionados con los objetivos del trabajo.

Los criterios de inclusión fueron :

- Ensayos clínicos y revisiones sistemáticas.
- Artículos desde 2015 hasta la actualidad.
- Artículos que analicen las variables dolor, función o fuerza muscular.
- Artículos en idioma español o inglés.

Los criterios de exclusión utilizados fueron los siguientes

- Revisiones bibliográficas, estudios observacionales u otros diseños no experimentales que no incluyeran una intervención terapéutica aplicada directamente por los investigadores
- Artículos que incluyan pacientes con patologías asociadas que puedan interferir en la evaluación del dolor, fuerza muscular o función.
- Artículos que no proporcionen datos sobre la efectividad del ERFS.
- Artículos que incluyeran a personas mayores de 60 años.

-

V.II. Palabras claves

Palabras claves	MESH	DECS	Término libre
Síndrome de dolor femoropatelar	Patellofemoral Pain Syndrome	Síndrome de Dolor Patelofemoral	Anterior Knee Pain Syndrome Patellofemoral Syndrome Dolor Patelofemoral Dolor anterior de rodilla
Terapia con restricción de flujo sanguíneo	Blood Flow Restriction Therapy	Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo	Kaatsu training Occlusion training Entrenamiento oclusivo Entrenamiento Katsu
Fuerza	Muscle Strength	Fuerza muscular	Entrenamiento de fuerza Strength training
Dolor	Pain	Dolor	
Función			Función

V.III. Combinaciones de palabras claves

Combinaciones en español:

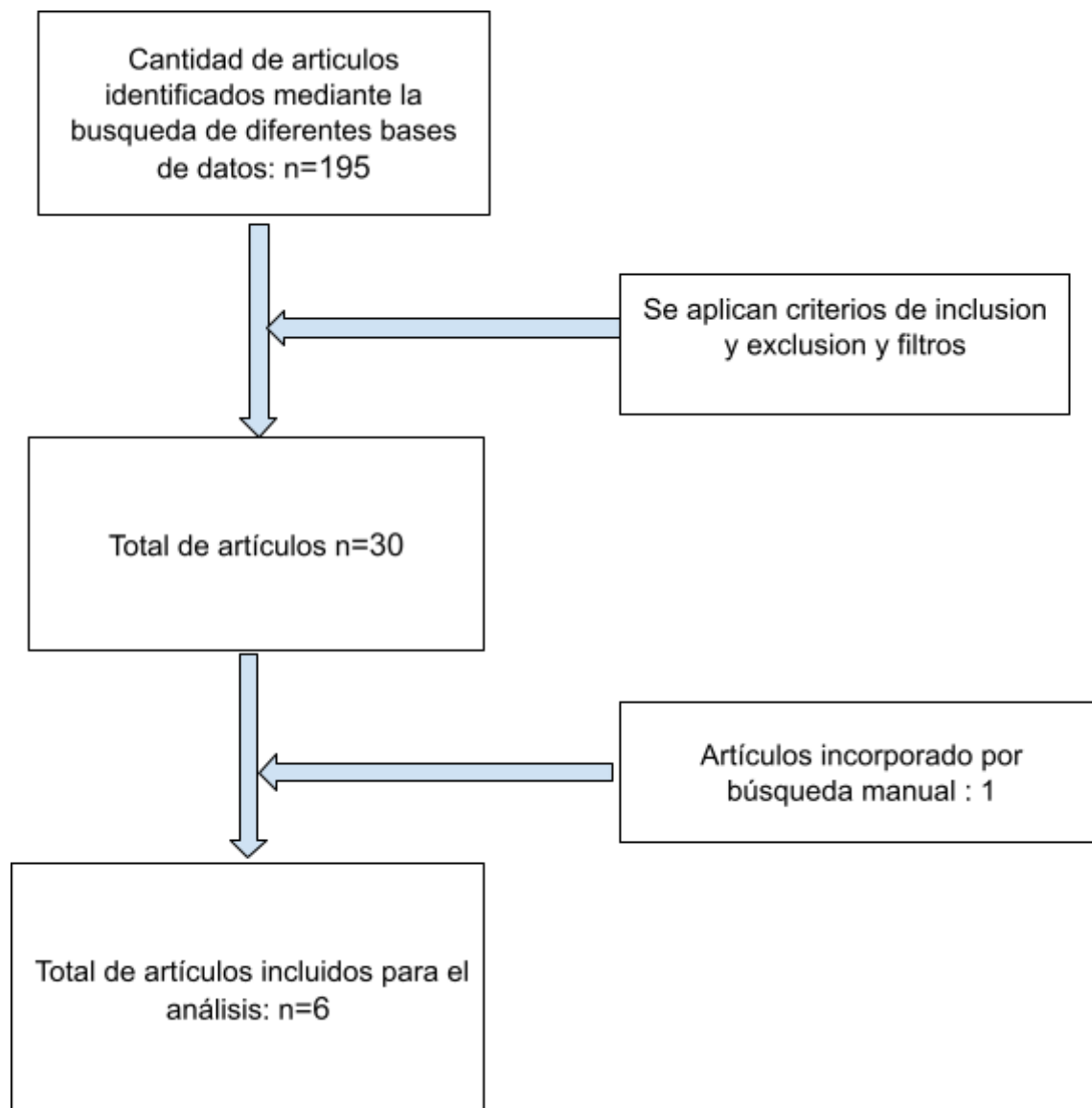
- ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo") AND ("Síndrome de dolor femoropatelar")
- ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo" AND ("Síndrome de dolor femoropatelar") AND "Dolor")
- ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo") AND ("Dolor") AND ("Fuerza Muscular")
- ("Síndrome de Dolor Patelofemoral" OR "Dolor anterior de rodilla") AND ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo" OR "Entrenamiento oclusivo")
- ("Síndrome de Dolor Patelofemoral" OR "Dolor Patelofemoral" OR "Dolor anterior de rodilla") AND ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo" OR "Entrenamiento oclusivo" OR "Entrenamiento Katsu") AND ("Dolor")
- ("Síndrome de Dolor Patelofemoral" OR "Dolor Patelofemoral" OR "Dolor anterior de rodilla") AND ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo" OR "Entrenamiento oclusivo" OR "Entrenamiento Katsu") AND ("Fuerza muscular" OR "Entrenamiento de fuerza")
- ("Síndrome de Dolor Patelofemoral" OR "Dolor anterior de rodilla") AND ("Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo" OR "Entrenamiento Katsu") AND (Dolor) AND ("Fuerza muscular" OR "Entrenamiento de fuerza")

Combinaciones en inglés

- "Patellofemoral Pain Syndrome" AND "Blood Flow Restriction Therapy"
- "Patellofemoral Pain Syndrome" AND "Strength training"
- "Patellofemoral Pain Syndrome" AND "Blood Flow Restriction Therapy" AND "Pain"
- "Patellofemoral Pain Syndrome" AND "Blood Flow Restriction Therapy" AND "Muscle Strength"
- "Blood Flow Restriction Therapy" AND "Pain" AND "Muscle Strength"
- ("Patellofemoral Pain Syndrome" OR "Anterior Knee Pain") AND ("Muscle Strength" OR "Strength Training") AND ("Pain" OR "Knee Pain")
- "Blood Flow Restriction Therapy OR Occlusion training OR Kaatsu training) AND (Patellofemoral Pain Syndrome OR Anterior Knee Pain)

VI. Resultados

VI.I. Selección de artículos



VI.II. Análisis de los resultados

VI.II.I. Dolor

En los estudios revisados, la totalidad de los artículos incluyeron la variable dolor. Esta misma fue evaluada mediante diferentes instrumentos. Algunos trabajos utilizaron escalas de autorreporte, como la Escala Visual Analógica (VAS) (ANEXO 1) y la Escala Numérica de Dolor (NPRS) (ANEXO 2), ambas empleadas para cuantificar la intensidad del dolor percibido por el paciente en distintos momentos de la intervención. En ciertos estudios también se analizaron manifestaciones específicas, como el peor dolor, el dolor habitual o el dolor durante actividades funcionales, lo que permitió valorar la respuesta sintomática frente a tareas de carga y movimiento propias del SFP.

Por otra parte, uno de los artículos evaluó el dolor mediante el pressure pain threshold (PPT) o umbral de dolor a la presión, una medida de sensibilidad mecánica que identifica el punto en el cual una presión aplicada comienza a percibirse como dolorosa. A diferencia de las escalas subjetivas, este procedimiento aporta una valoración más objetiva del dolor. En cambio, cuestionarios como el Lysholm (ANEXO 3) y la Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS) (ANEXO 4) evalúan el estado clínico de la rodilla de manera global, integrando síntomas y limitaciones funcionales. Si bien incluyen aspectos vinculados al dolor, no brindan una medida aislada de esta variable. Estas diferencias deben considerarse al analizar los efectos del ERFS sobre el dolor.

Giles y cols. (2017)⁶¹ evaluaron el dolor en un ensayo clínico aleatorizado que incluyó 79 participantes con SFP, distribuidos en un grupo de fortalecimiento convencional de alta carga y un grupo de ejercicios de baja carga con RFS. Lo midieron mediante VAS, registrando por separado el peor dolor en la última semana y el dolor durante actividades de la vida diaria, como sentarse durante 30 minutos, descender escaleras y realizar sentadillas. Las evaluaciones se realizaron al inicio, a las 8 semanas y a los 6 meses. Los resultados mostraron que el grupo con ERFS presentó una reducción significativamente mayor del dolor durante las actividades de la vida diaria a las 8 semanas ($p = 0,02$), aunque no se observaron diferencias significativas entre grupos en el peor dolor ($p = 0,24$).

Talbot y cols. (2023)⁶² evaluaron el dolor en un ensayo clínico aleatorizado realizado en personal militar, que comparó un grupo con electroestimulación (NMES) y ejercicios activos con RFS frente a un grupo control simulado. El tratamiento se desarrolló durante 9 semanas. Los autores informaron mejoras del dolor a lo largo del tiempo en ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0,05$), y además hallaron que una mayor

cantidad de sesiones se asoció con una mayor reducción del dolor.

Constantinou y cols. (2022)⁶³ evaluaron el dolor en un ensayo clínico aleatorizado que incluyó adultos con SFP, distribuidos en un grupo que realizó ejercicios focalizados en cadera y rodilla con RFS y un grupo que realizó un programa similar sin restricción. Para ello consideraron como desenlaces secundarios el peor dolor percibido durante la semana previa a la evaluación, el dolor habitual y el dolor durante la sentadilla unipodal, con mediciones realizadas al inicio, al finalizar las 4 semanas de tratamiento y en el seguimiento a los 2 meses. Los autores observaron una mejoría significativa a lo largo del tiempo en ambos grupos para todas las variables de dolor. Sin embargo, la diferencia entre grupos fue significativa únicamente para el peor dolor al finalizar el tratamiento, con una mejor evolución en el grupo con RFS ($p = 0,02$).

Liu y cols. (2023)⁶⁴ evaluaron el dolor en un estudio comparativo, donde un grupo realizó movilización de tejidos blandos asistida por instrumentos de forma aislada frente a un grupo que recibió la misma intervención combinada con RFS. La medición se realizó mediante de rodilla en tres momentos: antes del tratamiento, inmediatamente después de la primera sesión y tras 4 semanas de intervención. Los autores informaron una disminución significativa del dolor, con diferencias favorables al grupo experimental en la evolución de la VAS ($p = 0,004$).

Girardi y cols. (2022)⁶⁵ evaluaron el dolor en un estudio comparativo y aleatorizado realizado en mujeres con SFP, distribuidas en un grupo que realizó fortalecimiento de cuádriceps con oclusión vascular parcial y un grupo que realizó el mismo programa sin RFS. Utilizaron la NPRS, complementada con la AKPS. El tratamiento se desarrolló durante 6 semanas y un total de 18 sesiones. Los autores señalaron que el dolor pasó de una intensidad moderada en la evaluación inicial a una intensidad leve en la evaluación final en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p = 0,06$).

Lee y cols. (2026)⁶⁶ evaluaron el dolor en un ensayo aleatorizado que comparó dos grupos de pacientes sometidos a ejercicios multiarticulares de baja intensidad, uno con RFS y otro sin restricción. La variable fue medida mediante el umbral de dolor a la presión, como indicador de sensibilidad mecánica, antes y después de una intervención de 6 semanas. Los resultados mostraron una mejoría significativamente mayor del umbral de dolor a la presión en el grupo con RFS, lo que sugiere una menor sensibilidad dolorosa luego del tratamiento ($p < 0,05$).

La mayoría de los estudios mostró resultados favorables al ERFS, aunque los hallazgos no fueron completamente uniformes. En términos generales, los trabajos que encontraron diferencias significativas coincidieron en una mejor respuesta del grupo experimental sobre manifestaciones específicas del dolor, como el dolor durante actividades funcionales, la intensidad máxima del dolor reportado o la sensibilidad mecánica. En cambio, los estudios que no hallaron diferencias entre grupos mostraron mejoría en ambos, lo que sugiere que el ERFS no siempre logró una ventaja adicional clara frente al comparador. Estas diferencias podrían relacionarse con la variabilidad de los protocolos aplicados, con el tipo de dolor evaluado en cada estudio y con las características particulares de las intervenciones comparadas.

VI.II.II. Fuerza

En la totalidad de los trabajos analizados, esta variable fue evaluada mediante dinamometría isométrica, que permitió cuantificar la fuerza muscular mediante contracciones isométricas máximas. Además, en algunos estudios se utilizaron pruebas de 1RM como referencia para dosificar la carga de entrenamiento, en aquellos protocolos que compararon ejercicios convencionales de alta carga con ejercicios de baja carga asociados a ERFS. Estas mediciones fueron realizadas en diferentes momentos de las intervenciones, principalmente al inicio y al finalizar los programas de tratamiento, y en algunos casos durante el seguimiento posterior. Esto permitió analizar los cambios en la fuerza muscular y valorar el efecto del entrenamiento con ERFS en pacientes con SFP.

Giles y cols. (2017)⁶¹ evaluaron la fuerza del cuádriceps mediante la medición del pico de torque isométrico de los extensores de rodilla, de forma bilateral. La prueba se realizó con los participantes sentados, con 105° de flexión de cadera y 60° de flexión de rodilla, registrándose el torque máximo durante tres contracciones de 5 segundos. Las evaluaciones se efectuaron al inicio y a las 8 semanas. Los autores no encontraron diferencias significativas entre grupos en la muestra total ($p = 0,07$), aunque en el subgrupo de participantes con dolor durante la extensión resistida el ERFS produjo mayores aumentos en el torque extensor ($p < 0,01$).

Talbot y cols. (2023)⁶² evaluaron la fuerza mediante pruebas dirigidas a la musculatura de la cadera y flexores y extensores de rodilla, dentro de un seguimiento de 9 semanas. Los resultados mostraron una mejoría significativa en la fuerza de los extensores de rodilla y de la musculatura de cadera a lo largo del tiempo, pero no en los flexores de rodilla. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en ninguna de las variables de fuerza, aunque sí se identificó una asociación entre la cantidad de sesiones realizadas y el aumento de fuerza, observándose mayores incrementos en los extensores de rodilla y en la musculatura de cadera en quienes completaron más sesiones de tratamiento.

Constantinou y cols. (2022)⁶³ evaluaron la fuerza muscular mediante la medición de la contracción isométrica máxima de los extensores de rodilla, extensores y abductores de cadera, utilizando un dinamómetro manual portátil. Las evaluaciones se realizaron al inicio, al finalizar las 4 semanas de tratamiento y en un seguimiento a los 2 meses. Los autores observaron mejoras significativas a lo largo del tiempo en las mediciones de fuerza en ambos grupos. Sin embargo, la diferencia entre grupos fue significativa únicamente para la fuerza isométrica de los extensores de rodilla en el seguimiento a los 2 meses, con mayor fuerza isométrica en el grupo que realizó ERFS ($p = 0,02$).

En el estudio de Liu y cols. (2023)⁶⁴, esta variable se evaluó a través de un sistema de prueba de fuerza isométrica máxima para los extensores del miembro inferior. La medición se realizó antes del tratamiento y a las 4 semanas, luego de completar la intervención. Los autores informaron una mejoría significativa de la fuerza extensora al finalizar el tratamiento en ambos grupos ($p < 0,001$). Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre grupos en esta variable ($p > 0,05$).

Girardi y cols. (2022)⁶⁵ evaluaron la fuerza muscular de los extensores de rodilla mediante un dinamómetro digital portátil. La prueba se realizó con los participantes en sedestación, con 90° de flexión de cadera y aproximadamente 70° de flexión de rodilla. Las mediciones se efectuaron en la evaluación inicial y en la evaluación final, luego de 6 semanas de tratamiento. Los autores observaron que la técnica de oclusión vascular parcial produjo una mejoría significativa en la ganancia de fuerza del cuádriceps, tanto en el miembro derecho ($p = 0,03$) como en el izquierdo ($p = 0,04$), en comparación con el grupo control.

Lee y cols. (2026)⁶⁶ evaluaron la fuerza mediante la medición de la fuerza isométrica de los extensores y flexores de rodilla, dentro de un ensayo aleatorizado de 6 semanas que comparó ejercicio multiarticular de baja intensidad con y sin ERFS. Los resultados mostraron una mejoría significativamente mayor de la fuerza flexora y extensora de rodilla en el grupo experimental respecto del grupo control ($p < 0,05$).

En cuanto a los resultados, la mayoría de los estudios mostró hallazgos favorables al ERFS, aunque los resultados no fueron uniformes entre todos ellos. En términos generales, los trabajos que encontraron diferencias significativas mostraron ventajas principalmente sobre la fuerza extensora de rodilla, especialmente a nivel del cuádriceps, y en algunos casos también sobre la musculatura de cadera. Por otro lado, los estudios que no hallaron diferencias significativas evidenciaron mejoras en ambos grupos, sin una superioridad clara del ERFS frente al comparador. Estas variaciones podrían vincularse con las diferencias en los grupos musculares evaluados, en los instrumentos de medición utilizados y en las características de los protocolos aplicados.

VI.II.III. Función

En la totalidad de los estudios revisados, la función fue evaluada mediante cuestionarios clínicos y pruebas funcionales. Entre los cuestionarios se utilizaron Kujala Anterior Knee Pain Scale (AKPS), Lysholm score y pruebas funcionales. Estas herramientas permitieron valorar síntomas, limitaciones funcionales, control postural, movilidad y desempeño durante tareas de carga del miembro inferior.

Giles y cols. (2017)⁶¹ evaluaron la función mediante AKPS, un cuestionario específico para SFP que integra síntomas y limitaciones en actividades funcionales. Las mediciones se realizaron al inicio, a las 8 semanas y en un seguimiento a los 6 meses. Los autores encontraron mejoras en ambos grupos, aunque no se observaron diferencias significativas entre el grupo con ERFS y el grupo que realizó fortalecimiento convencional ($p = 0,31$).

Talbot y cols. (2023)⁶² aplicaron pruebas funcionales como levantarse y sentarse de una silla, descenso en escalón, prueba cronometrada de ascenso de escaleras y caminata de 6 minutos. Estas pruebas permitieron analizar la capacidad funcional de los participantes durante tareas que exigen control, resistencia y desempeño del miembro inferior. La intervención tuvo una duración de 9 semanas. Los autores observaron mejorías en el rendimiento físico a lo largo del tiempo, aunque no encontraron diferencias significativas entre el grupo con ERFS y el grupo control simulado ($p > 0,05$).

Constantinou y cols. (2022)⁶³ evaluaron la función mediante la AKPS, considerada como desenlace principal del estudio. Además, complementaron esta valoración con el registro del ángulo máximo de flexión libre de dolor, como indicador del desempeño

funcional durante el movimiento. Las mediciones se realizaron al inicio, al finalizar las 4 semanas de tratamiento y en un seguimiento a los 2 meses. Los autores observaron una mejoría significativa a lo largo del tiempo en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos en el puntaje principal de Kujala ($p > 0,05$).

Liu y cols. (2023)⁶⁴ utilizaron Lysholm score, cuestionario que permite valorar síntomas y limitaciones funcionales de la rodilla. También incorporaron una versión modificada del Thomas test (MTT) para analizar cambios en la movilidad articular. Las evaluaciones se realizaron antes del tratamiento, inmediatamente después de la primera sesión y luego de 4 semanas. Los autores informaron un aumento significativo del puntaje de Lysholm, indicando una mejoría funcional, con diferencias significativas entre grupos tras la primera intervención y al finalizar el tratamiento ($p = 0,02$).

Girardi y cols. (2022)⁶⁵ evaluaron la función mediante la AKPS, cuestionario orientado a valorar el estado clínico y funcional de la rodilla en personas con SFP. La escala fue aplicada en la evaluación inicial y en la evaluación final, luego de 6 semanas de tratamiento. Según describen los autores, ambos grupos mostraron evolución favorable en la funcionalidad de la rodilla al finalizar la intervención, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p = 0,85$).

Lee y cols. (2026)⁶⁶ evaluaron la función a través de pruebas de equilibrio y rendimiento funcional, específicamente la prueba de equilibrio en Y y prueba de descenso de escaleras. Estas herramientas permitieron analizar la capacidad de control postural y el desempeño durante una tarea funcional exigente para la articulación femoropatelar. Tras 6 semanas de intervención, los autores observaron mejoras significativamente mayores en el grupo que realizó ejercicio multiarticular de baja intensidad con ERFS ($p < 0,05$).

Respecto de los resultados, los hallazgos fueron más heterogéneos que en dolor y fuerza. Solo una parte de los estudios encontró diferencias significativas a favor del ERFS, mientras que la mayoría no mostró una superioridad clara frente al comparador. En términos generales, los trabajos que sí encontraron mejores resultados coincidieron en mejoras sobre pruebas funcionales o cuestionarios que reflejan desempeño dinámico, equilibrio o síntomas funcionales. En cambio, los estudios que no hallaron diferencias significativas mostraron mejoría en ambos grupos, sin una ventaja adicional clara del ERFS. Estas variaciones podrían explicarse por la diversidad de instrumentos utilizados para evaluar la función, por las diferencias entre los protocolos aplicados y por la heterogeneidad de las intervenciones comparadas.

VI.II.IV. Dosificación y ejercicios

En relación con el objetivo específico de identificar los protocolos de dosificación y los tipos de ejercicios utilizados en la implementación del ERFS en pacientes con SFP, los estudios analizados permitieron reconocer criterios de aplicación relativamente similares, aunque con diferencias metodológicas significativas. En términos generales, la mayoría de los trabajos comparó grupos que realizaron ejercicios con ERFS frente a grupos sin o con otras modalidades de tratamiento. En varios de esos estudios, los grupos sin restricción trabajaron con cargas más altas y menor número de repeticiones, mientras que los grupos con ERFS utilizaron intensidades reducidas, generalmente entre el 20% y el 30% de 1RM, con presiones individualizadas del manguito, habitualmente dentro de rangos cercanos al 60%-80% de la presión de oclusión arterial del miembro (AOP). En conjunto, estos protocolos buscaron generar un estímulo terapéutico que favorezca la mejora de la fuerza, dolor y la función sin aumentar la exigencia mecánica, actuando como un “puente” terapéutico en pacientes en los que el dolor limita la carga convencional.

Constantinou y cols. (2022)⁶¹ aplicaron un protocolo de 4 semanas, con 3 sesiones semanales supervisadas. El grupo convencional (sin ERFS) entrenó al 70% de 1RM con 3 series de 10 repeticiones, mientras que el grupo con ERFS trabajó al 30% de 1RM y al 70% de la presión de oclusión del miembro, con 4 series de 30-15-15-15 repeticiones. Los ejercicios incluyeron trabajo de cadera y rodilla. En el grupo convencional realizaron abducción, extensión con banda elástica y rotación externa de cadera en máquina, extensión y flexión de rodilla, sentadilla y prensa unipodal; en el grupo de ERFS se emplearon extensión y abducción de cadera, extensión de rodilla y prensa unipodal. Ambos grupos realizaron además estiramientos pasivos de isquiotibiales, flexores plantares, cuádriceps y banda iliotibial.

Por su parte, Giles y cols. (2017)⁶² aplicaron un protocolo de fortalecimiento de cuádriceps durante 8 semanas, con 3 sesiones semanales. Ambos grupos realizaron 5 minutos de bicicleta como calentamiento, prensa de piernas entre 0° y 60° de flexión de rodilla y extensión de rodilla entre 90° y 45°. El grupo con ERFS trabajó al 30% de 1RM y al 60% de la presión de oclusión arterial, con un esquema de 30-15-15-15 repeticiones y descansos de 30 segundos entre series. El grupo estándar entrenó al 70% de 1RM con 3 series de 7 a 10 repeticiones. Si el dolor superaba 2/10, la carga se reducía un 20%.

Girardi y cols. (2022)⁶³ aplicaron un protocolo de fortalecimiento del cuádriceps en mujeres con dolor patelofemoral durante 6 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales y un total de 18 intervenciones. El entrenamiento se realizó en máquina de extensión de rodilla, con una carga aproximada del 20% de 1RM. El grupo experimental

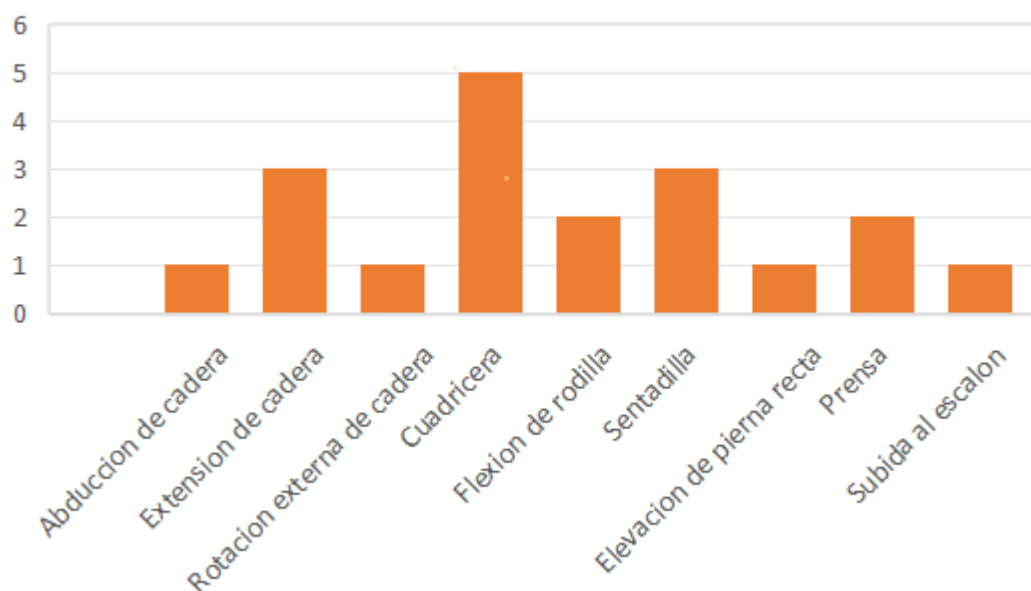
utilizó oclusión vascular parcial mediante un esfigmomanómetro de 15 cm colocado en la región proximal del muslo, con una presión promedio de 143mmHg. El ejercicio se efectuó en 4 series, con un esquema de 30-15-15-15 repeticiones, descansos de 20 segundos y sin desinflar el manguito entre series. El grupo control realizó el mismo ejercicio y la misma carga, pero sin ERFS .

De manera similar, Jejeong Lee y cols. (2026)⁶⁶ desarrollaron un programa de ejercicios multiarticulares de baja intensidad durante 6 semanas, con 2 sesiones semanales. El grupo experimental utilizó un manguito de 10 cm colocado en el tercio proximal del muslo, inflado al 80% de la presión arterial sistólica individual, manteniéndose inflado entre series y liberándose entre ejercicios. El protocolo se organizó en 4 series con una secuencia de 30-15-15-15 repeticiones, con descansos de 30 segundos entre series y 2 minutos entre ejercicios. Los ejercicios empleados fueron extensión de rodilla, abducción de cadera, rotación externa de cadera y sentadilla. A diferencia de otros estudios más focalizados sobre el cuádriceps, este protocolo incorporó un abordaje más amplio, incluyendo grupos musculares vinculados al control proximal del miembro inferior y a la estabilidad dinámica de la rodilla.

En el caso de Laura A. Talbot y cols. (2023)⁶² aplicaron un protocolo de 9 semanas en personal militar con SFP, combinando estimulación eléctrica neuromuscular y ejercicios activos, con o sin ERFS. El tratamiento en clínica se realizó 2 veces por semana y se complementó con sesiones domiciliarias de ejercicio y NMES. El grupo experimental entrenó con ERFS al 80% de la presión de oclusión del miembro, mediante 4 períodos de 5 minutos de inflado por sesión, mientras que el grupo control utilizó un EFR simulado de 20 mmHg. Los ejercicios incluyeron estiramientos de cuádriceps e isquiotibiales, elevación activa de pierna recta, extensión de rodilla, *step-up* y sentadillas. Para cada ejercicio, los participantes realizaron una serie de 30 repeticiones seguida de dos series de 15 repeticiones, con 15 segundos de descanso entre series. La NMES se aplicó durante 20 minutos, con progresión de intensidad desde 20-30% de la contracción voluntaria máxima en las semanas 1-3, 31-40% en las semanas 3-6 y 41-50% en las semanas 6-9.

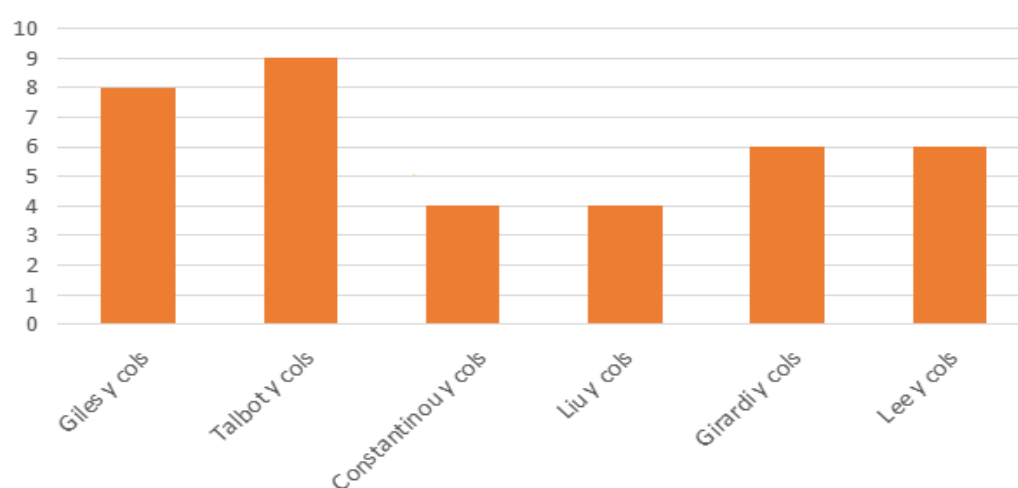
Por último, Yang Liu y cols. (2023)⁶⁴ aplicaron un protocolo de 4 semanas. El grupo experimental recibió tratamiento combinado de IASTM y ERFS, con una frecuencia de 2 sesiones semanales. El ERFS se realizó 30 minutos después del IASTM, con la banda ubicada en el tercio proximal del muslo y una presión de 20 a 50 mmHg, ajustada individualmente. Los ejercicios utilizados fueron extensión de piernas sentado, flexión de piernas de pie y sentadilla con peso. El volumen progresó entre 4 y 6 series, con 15 a 30 repeticiones por serie y descansos de 30 a 60 segundos.

Grafico 1. Ejercicios abordados en la evidencia



Fuente: elaboración propia, Mayo del 2026

Gráfico 2. Duración de los protocolos según autor



Fuente: elaboración propia, Mayo del 2026

VI.II.V. Efectos adversos registrados

En cuanto la presencia de efectos adversos del ERFS en pacientes con SFP, los estudios incluidos en esta revisión mostraron un reporte limitado de la seguridad. Solo dos estudios informaron de manera explícita la ausencia de eventos adversos durante la intervención. Constantinou y cols. (2022)⁶³ señalaron que no se reportaron ni se observaron efectos adversos durante o al finalizar el estudio, mientras que Lee y cols. (2026) indicaron que los eventos adversos fueron monitorizados durante todo el período de intervención y que no se registraron eventos adversos.

En los cuatro estudios restantes no se describieron efectos adversos, ni se reportaron complicaciones graves como trombosis venosa profunda, lesiones cutáneas, parestesias prolongadas, infecciones o eventos que requieran intervención médica.. En el estudio de Fabiano Marcon Girardi y cols. (2022)⁶⁵, los autores calificaron al método como una técnica segura, aunque no describieron síntomas o complicaciones específicas asociadas a su aplicación. Por su parte, Yang Liu y cols. (2023)⁶⁴, así como Laura A. Talbot y cols. (2023)⁶², centraron sus resultados en las variables de dolor, función y fuerza, sin informar eventos adversos concretos relacionados con la intervención.

Respecto a la tolerancia y seguridad del tratamiento, no se documentaron abandonos atribuidos directamente al ERFS, al dolor generado por el manguito o a molestias derivadas de la oclusión. En Leandro Giles y cols. (2017)⁶¹ los abandonos registrados se debieron a enfermedad o a dificultades para asistir a las sesiones, y no al uso del ERFS, mientras que en Fabiano Marcon Girardi y cols. (2022)⁶⁵ también se produjeron pérdidas de seguimiento, aunque los autores no las vincularon con dolor, molestias o intolerancia al procedimiento. A su vez, varios estudios incorporaron criterios de exclusión preventivos vinculados a la seguridad del método, especialmente de tipo vascular o cardiovascular. Antonis Constantinou y cols. (2022)⁶³ excluyeron participantes con antecedentes de enfermedad cardiovascular, enfermedad vascular, hipertensión, trombosis venosa profunda, mareos, desmayos con el ejercicio o embarazo, y Fabiano Marcon Girardi y cols. (2022)⁶⁵ excluyeron mujeres con várices, problemas cardiovasculares y embarazo. En conjunto, estos elementos muestran que, aunque no se hayan reportado complicaciones clínicas durante la intervención, los autores sí contemplaron posibles riesgos asociados al ERFS.

En síntesis, los 6 estudios revisados no reportaron efectos adversos graves e interrupciones del tratamiento atribuidas de forma directa al ERFS en pacientes con SFP. Los trabajos que evaluaron este aspecto de manera explícita informaron ausencia de eventos adversos, mientras que en los demás no se describieron complicaciones concretas

relacionadas con el método. Por lo tanto, a partir de los artículos analizados, el ERFS se presenta como una intervención bien tolerada en esta población.

VI.II.VI. Protocolos basado en la evidencia

Por otro lado, uno de los objetivos específicos de este trabajo fue analizar y sintetizar los protocolos de ERFS basado en la evidencia para tratar pacientes con SFP. A partir del análisis de los estudios, se identificaron parámetros de aplicación que se repitieron con mayor frecuencia y que permiten proponer una pauta orientativa de uso clínico. En términos generales, la dosificación más habitual se caracterizó por el empleo de ejercicios de baja carga, con intensidades cercanas al 20%-30% de 1RM, una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana y una duración total de 4 a 9 semanas.

En cuanto al volumen de trabajo, el esquema más repetido fue de 75 repeticiones distribuidas en 4 series, organizadas en una primera serie de 30 repeticiones y tres series posteriores de 15 repeticiones cada una (30-15-15-15), con pausas breves de 30 a 60 segundos entre series. Respecto de la presión del manguito, los estudios mostraron cierta variabilidad, aunque la mayoría recurrió a criterios individualizados, utilizando valores comprendidos entre el 60% y el 80% de la presión de oclusión del miembro o ajustes basados en la presión arterial sistólica. De manera coincidente, el manguito fue colocado en la región proximal del muslo.

En función de estos hallazgos, se puede proponer un protocolo basado en la evidencia caracterizado por la aplicación de ERFS con baja carga, volumen moderado-alto, presión individualizada y supervisión profesional, con el objetivo de mejorar la fuerza muscular, disminuir el dolor y mejorar la función sin incrementar de manera excesiva la exigencia mecánica sobre la articulación. A su vez, su utilización debería adaptarse a la tolerancia del paciente, a su evolución clínica y al respeto de las precauciones y contraindicaciones correspondientes. En función de estos hallazgos, a continuación se presenta un cuadro resumen con los principales parámetros de dosificación y pautas de aplicación utilizados en los estudios revisados.

Inicio del protocolo	Puede iniciarse una vez confirmado el diagnóstico, con dolor anterior o retropatelar reproducible en actividades funcionales y ausencia de contraindicaciones vasculares o cardiovasculares. Antes de comenzar, se debe verificar tolerancia al ejercicio de baja carga y ausencia de inflamación aguda o compromiso articular relevante.
Ubicación del manguito	Región Proximal del muslo
Duración y frecuencia	Entre 4 y 9 semanas de intervención, con una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana, según tolerancia del paciente y evolución clínica.
Presión del manguito	Utilizar una presión individualizada entre el 60% y el 80% de la presión de oclusión (medida con un doppler vascular o manguito automático)
Intensidad del ejercicios	Indicar ejercicios de baja carga, entre 20% y 30% del RM
Volumen	4 series (30-15-15-15) siendo 75 repeticiones totales con descanso de 30–60 s entre series, 1–2 min entre ejercicios.
Ejercicios	Extensión de rodilla en máquina, prensa de piernas y sentadilla. 

	 A side-view photograph of a person performing a squat exercise. They are wearing a white t-shirt, dark shorts, white socks, and white sneakers. A yellow resistance band is looped around their knees. The person is in a squatting position with their feet flat on the floor and their back slightly arched. A small blue square with the letter 'E' is in the top-left corner of the image.
Monitoreo	Controlar el dolor antes, durante y después del ejercicio, tolerancia al manguito, sensación de presión, fatiga, hormigueos, cambios de coloración, mareos y calidad del movimiento.
Precaución y seguridad	Debe aplicarse con selección previa del paciente y supervisión profesional. Se debe evitar o utilizar con extrema precaución en pacientes con antecedentes de trombosis venosa profunda, enfermedad vascular o cardiovascular, hipertensión no controlada, várices importantes, diabetes no controlada, embarazo, mareos o desmayos con el ejercicio, cirugía reciente, lesiones traumáticas o signos neurológicos. Ante dolor intenso, parestesias, mareos, palidez, cianosis, edema marcado o intolerancia al manguito, se debe suspender la sesión.

VI.II.VII. Cuadro resumen

Artículo	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Lachlan Giles ⁶¹	Ensayo clínico aleatorizado	Evaluar la eficacia del fortalecimiento de cuádriceps con baja carga y ERFs en comparación con el fortalecimiento convencional de alta carga en personas con dolor patelofemoral, analizando su efecto sobre el dolor, la función y la fuerza.	79 participantes voluntarios con dolor patelofemoral Grupo control (fortalecimiento estándar alta carga): (n=39) Grupo experimental (baja carga + ERFs): (n=40)	Grupo control: programa de fortalecimiento de cuádriceps con prensa de piernas y extensión de rodilla en máquina durante 8 semanas, al 70% de 1RM, con 3 series de 7-10 repeticiones y manguito placebo sin ERFs Grupo experimental: mismo programa de ejercicios durante 8 semanas, pero con 30% de 1RM, 60% de la AOP y 4 series de 30-15-15-15 repeticiones, con descansos cortos entre series.	La función medida mediante la escala de Kujala mejoró en ambos grupos, sin diferencias estadísticamente significativas entre las intervenciones. El grupo que entrenó con baja carga y ERFs presentó una disminución significativamente mayor del dolor durante las actividades de la vida diaria al finalizar las 8 semanas respecto del grupo control. La fuerza de los extensores de rodilla no mostró diferencias significativas entre grupos en el análisis global, aunque en el subgrupo con dolor durante la extensión resistida de rodilla se observó una mayor mejoría con ERFs.

Título	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Laura A. Talbot ⁶²	Ensayo clínico aleatorizado controlado	Evaluar si la estimulación neuromuscular con (ERFS-NMES) al 80% de la presión de oclusión mejora la fuerza muscular de rodilla y cadera, el dolor y el rendimiento físico, en comparación con una intervención simulada con ERFS a 20 mmHg, en militares activos con SFP	84 militares activos voluntarios con dolor femoropatelar Grupo control (NMES + ejercicio + ERFS sham 20 mmHg): (n=42) Grupo experimental (NMES + ejercicio + ERFS 80% LOP): (n=42)	Duración: 9 semanas. Frecuencia: 2 sesiones semanales en clínica + trabajo domiciliario. Ejercicios: NMES y ejercicios activos (estiramientos de cuádriceps e isquiotibiales, elevación activa de pierna recta, extensión de rodilla, <i>step-up</i> y sentadillas.) ERFS: 80% de la presión de oclusión del miembro; 1 serie de 30 repeticiones y 2 series de 15 repeticiones; 4 períodos de 5 minutos de inflado por sesión. Control: mismo programa con ERFS simulado de 20 mmHg.	La fuerza extensora de rodilla y de cadera mejoraron significativamente a lo largo de las 9 semanas, mientras que la fuerza flexora no mostró cambios significativos. El dolor y las pruebas de rendimiento físico también mejoraron en ambos grupos, incluyendo <i>30-second chair stand</i>, <i>forward step-down</i>, <i>timed stair climb</i> y <i>6-minute walk test</i>. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con ERFS real y el grupo <i>sham</i> en fuerza, dolor ni rendimiento físico. Además, una mayor cantidad de sesiones de ERFS-NMES se asoció con mayor mejora en la fuerza extensora de rodilla, mayor fuerza de cadera y menor dolor.

Título	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Antonis Constantinou ⁶³	Ensayo clínico aleatorizado controlado	Comparar ejercicios enfocados en cadera y rodilla con y sin ERFS en adultos con dolor femoropatelar	60 pacientes voluntarios con dolor femoropatelar, 18–40 años Grupo control: (n=30) Grupo experimental : (n=30)	Grupo control: realizó un programa de fortalecimiento de cadera y rodilla con carga alta (70% de 1RM), 3 veces por semana durante 4 semanas, incluyendo abducción, extensión y rotación externa de cadera, extensión y flexión de rodilla, sentadilla y prensa unipodal. Grupo experimental: realizó un programa de fortalecimiento de cadera y rodilla con ERFS, al 30% de 1RM y 70% de la presión de oclusión del miembro, 3 veces por semana durante 4 semanas, incluyendo extensión y abducción de cadera, extensión de rodilla y prensa unipodal.	Ambos grupos tuvieron una mejora con el tiempo en la función - kujala/AKPS, sin diferencias estadísticamente significativas entre las intervenciones. El grupo experimental mostró menor dolor inmediatamente post-tratamiento comparado con el grupo control. El grupo experimental presentó mayor fuerza isométrica de extensores de rodilla en el seguimiento a 2 meses respecto del grupo control.

Título	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Yang Liu y Lianqing Wu ⁶⁴	Ensayo clínico aleatorizado controlado	Evaluar el efecto de combinar IASTM con ERFS sobre dolor, función, fuerza y movilidad articular en pacientes con dolor patelofemoral	26 pacientes voluntarios con dolor patelofemoral, 18–35 años Grupo control (IASTM) (n=13) Grupo experimental (IASTM + ERFS) (n=13)	Grupo control: recibió únicamente tratamiento de movilización de tejidos blandos asistida por instrumentos (IASTM) aplicado sobre el muslo y alrededor de la rodilla, sin ERFS. Grupo experimental: recibió el mismo protocolo de IASTM y, además, realizó ERFS con un manguito colocado en el tercio proximal del muslo, con una presión de 20 a 50 mmHg, combinado con ejercicios de extensión de rodilla sentado, flexión de piernas de pie y sentadilla con carga, 2 veces por semana durante 4 semanas, con 4 a 6 series de 15 a 30 repeticiones.	Ambos grupos mejoraron la función evaluada con la escala de Lysholm, observándose diferencias significativas entre grupos tanto inmediatamente después de la primera sesión como al finalizar las 4 semanas, a favor del grupo experimental. El grupo experimental mostró una disminución significativa del dolor medido con EVA inmediatamente después de la primera sesión y al finalizar las 4 semanas respecto del valor basal. Ambos grupos mostraron un aumento significativo de la fuerza isométrica de los extensores de rodilla a las 4 semanas; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre grupos en esta variable.

Título	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Fabiano Marcon Girardi ⁶⁵	Estudio comparativo aleatorizado	Evaluar los efectos del ERFS asociada a ejercicios de baja carga sobre el fortalecimiento del cuádriceps en mujeres con dolor femoropatelar.	18 mujeres con dolor femoropatelar, de 18 a 35 años. Grupo experimental: fortalecimiento con baja carga y ERFS(n=9 al inicio). Grupo control: ejercicios con la misma baja carga, pero sin ERFS(n=9 al inicio).	Ambos grupos realizaron ejercicios en máquina de extensión de rodilla, 3 veces por semana durante 6 semanas, totalizando 18 sesiones. Grupo experimental: trabajó con baja carga (20% de 1RM), asociada a ERFS parcial mediante un esfigmomanómetro de 15 cm colocado en la región proximal del muslo. La presión utilizada fue de 20 mmHg más la presión arterial sistólica en reposo. El protocolo consistió en 4 series (30-15-15-15 repeticiones), con 20 segundos de descanso entre series y sin desinflar el manguito. Grupo control: realizó el mismo protocolo de ejercicios y con la misma carga externa, pero sin ERFS.	El grupo experimental mostró una mejoría significativamente mayor en la fuerza del cuádriceps derecho e izquierdo en comparación con el grupo control. La función medida con AKPS no mostró diferencias significativas entre grupos al final del tratamiento. Respecto al dolor medido con NPRS, ambos grupos redujeron el dolor, pasando de valores moderados al inicio a valores leves al final.

Título	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra y grupos	Intervención	Resultados
Jejeong Lee ⁶⁶	Ensayo clínico aleatorizado controlado	Evaluar los efectos de un programa de ejercicios multiarticulares de baja intensidad con ERFS sobre la fuerza muscular, el dolor, en pacientes con síndrome de dolor femoropatelar.	39 participantes con síndrome de dolor femoropatelar fueron aleatorizados. Grupo experimental: ejercicios multiarticulares de baja intensidad con ERFS(n=20) Grupo control: el mismo programa de ejercicios, pero sin ERFS(n=19)	Grupo experimental: realizó un programa de ejercicios multiarticulares de baja intensidad con ERFS , 2 veces por semana durante 6 semanas, incluyendo extensión de rodilla, abducción de cadera, rotación externa de cadera y sentadilla, con 4 series de 30-15-15-15 repeticiones y manguito inflado al 80% de la presión arterial sistólica individual. Grupo control: realizó el mismo programa de ejercicios, con la misma frecuencia y volumen, pero sin ERFS.	Ambos grupos mejoraron significativamente en la fuerza flexora y extensora de rodilla, aunque el grupo con ERFS presentó una mejoría significativamente mayor que el grupo control. El umbral de dolor a la presión mejoró en todos los músculos evaluados en ambos grupos, pero el grupo experimental mostró incrementos significativamente mayores en recto femoral, vasto medial, vasto lateral, semitendinoso y bíceps femoral. En las propiedades mecánicas musculares, el tono muscular aumentó en ambos grupos; sin embargo, las mejoras entre

					grupos fueron significativamente mayores en el grupo experimental para el vasto medial y el vasto lateral.
--	--	--	--	--	--

VII. Discusión

La presente revisión bibliográfica analizó los efectos del ERFS sobre el dolor, fuerza y la función en pacientes con SFP. En términos generales, la evidencia recuperada permite considerar al ERFS como un método complementario dentro del tratamiento conservador, particularmente en aquellos pacientes en los que el dolor limita la tolerancia a ejercicios de mayor carga. En conjunto, los estudios observados muestran una tendencia más consistente a favor del método en variables como el dolor y la fuerza muscular, mientras que los resultados sobre la función fueron más heterogéneos. Esto sugiere que el principal valor clínico del ERFS no estaría en reemplazar al ejercicio terapéutico convencional, sino en facilitar el fortalecimiento cuando la carga mecánica habitual no es bien tolerada o cuando la sintomatología impide una progresión adecuada del tratamiento.

En relación con el dolor, tres de los seis artículos incluidos mostraron resultados favorables con el uso del ERFS. Giles y cols. (2017)⁶⁴ observaron una mayor reducción del dolor durante las actividades de la vida diaria en el grupo que entrenó con baja carga y ERFS, mientras que Constantinou y cols. (2022)⁶⁶ informaron una mejor evolución del peor dolor percibido al finalizar el tratamiento en el grupo experimental. Del mismo modo, Lee y cols. (2026) hallaron mejoras superiores en el umbral de dolor a la presión, lo que sugiere que los efectos del método podrían expresarse no solo en la percepción subjetiva del dolor, sino también en la sensibilidad mecánica. En conjunto, estos hallazgos apoyan la idea de que el ERFS puede contribuir al alivio del dolor en pacientes con SFP, especialmente cuando el ejercicio convencional de mayor intensidad resulta mal tolerado.

Sin embargo, este resultado no fue uniforme en todos los estudios. Talbot y cols. (2023)⁶⁵ no encontraron diferencias significativas entre el grupo con restricción de flujo sanguíneo real y el grupo *simulado*, aunque ambos mejoraron con el tiempo en el dolor y en la fuerza. En Girardi y cols. (2022)⁶⁴, ambos grupos también mostraron reducción del dolor al final del tratamiento, sin una ventaja marcada del ERFS en esta variable. Por su parte, Liu y Wu (2023)⁶⁷ observaron una mejor evolución del dolor en el grupo tratado con IASTM combinado con ERFS, aunque en ese caso no resulta posible atribuir el efecto exclusivamente a la restricción del flujo, dado el carácter combinado de la intervención. Esta falta de uniformidad sugiere que el efecto analgésico del ERFS no debe interpretarse como absoluto, sino como dependiente del contexto clínico, del comparador utilizado y del tipo de protocolo aplicado. En conjunto, la evidencia sugiere que el ERFS podría resultar especialmente útil en pacientes con mayor irritabilidad o menor tolerancia a la carga, lo cual resulta coherente en el SFP, donde el dolor suele limitar ejercicios de mayor intensidad, dificultando la progresión del tratamiento y, en algunos casos, comprometiendo la adherencia. En ese marco, el ERFS podría ocupar un lugar clínicamente relevante al

permitir generar un estímulo muscular con baja carga externa y menor demanda mecánica. Por ello, su utilidad parece vincularse especialmente con aquellos cuadros en los que el dolor,

En cuanto a la fuerza muscular, la mayoría de los estudios mostró resultados favorables al ERFS, especialmente sobre la musculatura extensora de rodilla. Girardi y cols. (2022)⁶⁸, Constantinou y cols. (2022)⁶⁶ y Lee y cols. (2026)⁶⁹ informaron mejores resultados en el grupo experimental, lo que podría relacionarse con protocolos de baja carga bien definidos, esquemas de repeticiones elevadas y ejercicios centrados en el cuádriceps o en propuestas multiarticulares capaces de generar un estímulo muscular suficiente aun con baja carga externa. En contraste, Giles y cols. (2017)⁶⁴, Talbot y cols. (2023)⁶⁵ y Liu y Wu (2023)⁶⁷ no mostraron diferencias significativas entre grupos. En el caso de Giles y cols. (2017), esto podría vincularse a que el efecto del ERFS fue más evidente en el subgrupo con dolor durante la extensión resistida que en la muestra total. En Talbot y cols. (2023), la ausencia de diferencias podría relacionarse con el carácter combinado del protocolo, ya que ambos grupos realizaron NMES y ejercicios activos, lo que pudo atenuar el efecto aislado del método. Por su parte, en Liu y Wu (2023)⁶⁷, ambos grupos mejoraron sin diferencias entre sí, lo que podría explicarse por el uso de una intervención combinada con IASTM y por el potencial terapéutico presente en ambos abordajes. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el ERFS puede favorecer adaptaciones de fuerza relevantes con cargas reducidas, aunque su efecto parece depender del tipo de protocolo, del comparador utilizado y del contexto clínico en el que se aplica. En este sentido, la evidencia no permite afirmar que el ERFS sea superior a otras modalidades de ejercicio, pero sí respalda su potencial para mejorar la fuerza en determinados contextos clínicos. Por ello, su efecto parece más consistente cuando se lo entiende como una herramienta útil dentro de un proceso de progresión de carga, y no como una intervención universalmente superior.

Respecto de la función, los resultados fueron más heterogéneos que en dolor y fuerza. Giles y cols. (2017)⁶⁴, Constantinou y cols. (2022)⁶⁶ y Girardi y cols. (2022)⁶⁸ encontraron mejoras funcionales con el tiempo, pero sin diferencias significativas entre grupos en escalas como AKPS. Talbot y cols. (2023)⁶⁵ también observaron una evolución favorable en pruebas de rendimiento físico como la prueba de levantarse y sentarse de la silla, prueba de descenso anterior desde escalón, ascenso de escaleras y caminata de 6 minutos aunque sin diferencias entre el grupo experimental y el grupo simulado. Liu y Wu (2023)⁶⁷ informaron mejores resultados funcionales en el grupo tratado con IASTM más ERFS, y Lee y cols. (2026)⁶⁹ reportaron beneficios superiores en equilibrio y en la tarea de descenso de escaleras. Por lo tanto, la evidencia disponible muestra que la función también puede

mejorar con el ERFS, aunque su comportamiento fue menos uniforme que el observado en dolor y fuerza.

Esta heterogeneidad probablemente se explica por dos motivos. En primer lugar, la función en el SFP es una variable más compleja que el dolor o la fuerza, ya que no depende solo de la capacidad muscular, sino también del control neuromuscular, de la alineación dinámica del miembro inferior, del equilibrio y de la tolerancia a tareas específicas con carga. En segundo lugar, los estudios no evaluaron la función de la misma manera: algunos utilizaron cuestionarios globales como AKPS o Lysholm, mientras que otros recurrieron a pruebas funcionales. Esta diversidad metodológica dificulta la comparación directa y puede explicar por qué algunos trabajos no mostraron diferencias entre grupos en escalas globales, mientras que otros sí detectaron ventajas del ERFS en tareas funcionales más específicas. En consecuencia, los resultados funcionales deben interpretarse con mayor cautela que los de dolor y fuerza.

En relación con los objetivos específicos, los artículos incluidos mostraron cierta coincidencia en el uso de cargas bajas y esquemas de repeticiones elevadas, aunque con diferencias importantes en la presión aplicada, la frecuencia semanal, la duración de los programas y el tipo de ejercicios seleccionados. Algunos autores centraron la intervención principalmente en el cuádriceps, mientras que otros incorporan ejercicios de cadera y rodilla, propuestas multiarticulares o combinaciones con NMES e IASTM. Esta variedad dificulta establecer un protocolo único de referencia, pero también sugiere que el ERFS es una herramienta adaptable a diferentes contextos clínicos. En ese sentido, la evidencia respalda la idea de que su dosificación debe individualizarse según el nivel de dolor, la tolerancia a la carga y los objetivos funcionales del paciente.

A partir de lo anterior, una limitación relevante para la interpretación de los resultados es la variabilidad de los protocolos aplicados en los estudios incluidos. Esta variabilidad se observa en la presión de oclusión utilizada y en la forma de determinarla, ya que no todos los estudios aplicaron el mismo porcentaje de AOP ni los mismos criterios para individualizarla. También se evidencian diferencias en la duración total de los programas y en la frecuencia semanal, lo que implica distintos tiempos de exposición al tratamiento. A su vez, los ejercicios seleccionados no fueron uniformes, dado que algunos estudios utilizaron ejercicios aislados, multiarticulares, mientras que otros los combinaron con diferentes intervenciones terapéuticas. Además, los criterios de dosificación variaron en relación con la intensidad de carga, el número de series y repeticiones, los tiempos de descanso, el mantenimiento o no de la oclusión durante las pausas y los criterios de progresión.

Estas diferencias dificultan la comparación directa entre los estudios, ya que el ERFS no fue aplicado bajo las mismas condiciones . Esta variabilidad puede influir en la interpretación de los hallazgos y limitar su generalización a la práctica clínica. En este sentido, resulta necesario avanzar hacia una mayor estandarización de los protocolos de intervención y promover ensayos clínicos con diseños metodológicos más robustos, grupos comparativos mejor definidos y herramientas de evaluación validadas. Asimismo, la incorporación de estudios comparativos entre distintas modalidades de ejercicio, junto con una evaluación más integral de variables clínicas y funcionales, podría ofrecer una comprensión más precisa del alcance terapéutico de esta intervención y de su lugar dentro de los programas de rehabilitación para pacientes con SFP.

Finalmente, aunque los hallazgos respaldan la utilidad del ERFS como herramienta complementaria dentro del tratamiento conservador del SFP, los resultados disponibles aún deben interpretarse con cautela. Como fortaleza, se destaca que los estudios analizados abordaron variables clínicas y funcionales relevantes, como el dolor, la fuerza muscular y la función, lo que permite una aproximación integral al impacto de esta intervención. A futuro, se requieren investigaciones con muestras más amplias, diseños metodológicos más sólidos y seguimientos prolongados, que permitan confirmar sus efectos, precisar su aplicación clínica y determinar con mayor claridad su lugar dentro de los programas de rehabilitación para pacientes con SFP.

VIII. Conclusión

En conclusión, y tras el análisis de los estudios científicos analizados podemos afirmar que el ERFS es una herramienta útil dentro del tratamiento conservador del SFP, principalmente por sus efectos sobre la fuerza muscular y el dolor. Su aplicación con cargas bajas permite mantener el estímulo terapéutico en pacientes que no toleran adecuadamente ejercicios de mayor intensidad, favoreciendo así la progresión del tratamiento.

Por otra parte, lo analizado permite considerar a este método como una estrategia clínicamente viable y bien tolerada cuando se aplica de manera correcta, respetando los criterios de selección del paciente, la dosificación adecuada y las contraindicaciones correspondientes. Asimismo, a partir de los datos recolectados en esta investigación, puede concluirse que el ERFS no debería ser entendido como un reemplazo del ejercicio terapéutico convencional, sino como un complemento o una alternativa útil en aquellas etapas en las que el dolor limita la carga mecánica. Su mayor valor parece encontrarse en la posibilidad de generar un estímulo muscular suficiente sin agravar la sintomatología, facilitando así la continuidad del proceso de rehabilitación y la adherencia del paciente.

Finalmente, este trabajo deja abiertas nuevas posibilidades para futuras investigaciones con muestras más amplias, protocolos más homogéneos y diseños metodológicos de mayor solidez, que permitan definir con mayor precisión el verdadero alcance terapéutico del ERFS en pacientes con SFP.

IX. Referencias Bibliográfica

1. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, Lynch AD, SnyderMackler L, McDonough CM. Patellofemoral pain. PubMed [Internet]. 2019 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31475628/>
2. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). PubMed [Internet]. 2016 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27247098/>
3. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. PubMed [Internet]. 2018 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29034800/>
4. Neal BS, Lack SD, Bartholomew C, Morrissey D. Best practice guide for patellofemoral pain based on synthesis of a systematic review, the patient voice and expert clinical reasoning. PubMed [Internet]. 2024 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39401870/>
5. Bolgla LA, Boling MC. Management of individuals with patellofemoral pain. PubMed [Internet]. 2018 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30372640/>
6. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. PubMed [Internet]. 2017 [citado 17 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28259850/>

7. Grønfeldt BM, Nielsen JL, Mieritz RM, Lund H, Aagaard P. Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: systematic review and meta-analysis. PubMed [Internet]. 2020 [citado 17 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32031709/>
8. Vieira de Melo RF, Komatsu WR, Freitas MS, Vieira de Melo ME, Cohen M. Comparison of quadriceps and hamstring muscle strength after exercises with and without blood flow restriction following anterior cruciate ligament surgery: a randomized controlled trial. PubMed [Internet]. 2022 [citado 18 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36190389/>
9. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. PubMed [Internet]. 2019 [citado 18 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30306467/>
10. Centner C, Lauber B, Seynnes OR, Jerger S, Sohnius T, Gollhofer A, König D. Low-load blood flow restriction training induces similar morphological and mechanical Achilles tendon adaptations compared with high-load resistance training. PubMed [Internet]. 2019 [citado 18 de mayo de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30306467/>
11. Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bembien MG. A mechanistic approach to blood flow occlusion. DOI [Internet]. 2010 [citado 19 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499>
12. Patterson SD, Hughes L, Head P, Warmington S, Brandner C, Bloodworth A, et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. PubMed [Internet]. 2019 [citado 19 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31156448/>

13. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. PubMed [Internet]. 2018 [citado 27 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30268966/>
14. Zaffagnini S, Dejour D, Arendt EA. Patellofemoral anatomy and biomechanics: current concepts. PubMed Central [Internet]. 2013 [citado 27 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4295692/>
15. Loudon JK. Biomechanics and pathomechanics of the patellofemoral joint. PubMed Central [Internet]. 2016 [citado 27 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5095937/>
16. Garza-Borjón A, González-González M, de la Garza-Salazar JF, Simental-Mendía M, AcostaOlivo C. Understanding the patho-anatomy of patellofemoral pain: a crucial foundation for comprehensive management. PubMed Central [Internet]. 2024 [citado 27 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11610926/>
17. Waligora AC, Johanson NA, Hirsch BE. Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. PubMed Central [Internet]. 2009 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2772911/pdf/11999_2009_Article_1052.pdf
18. Wheatley MGA, Rainbow MJ, Clouthier AL. Patellofemoral mechanics: a review of pathomechanics and research approaches. PubMed Central [Internet]. 2020 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7251040/>
19. Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. PubMed [Internet]. 2018 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29324820/>

20. van Leeuwen GJ, van Middelkoop M, de Wolf M, Scholten-Peeters GGM, Bierma-Zeinstra SMA, van Linschoten R. Patellofemoral pain in general practice: the incidence and management of PFP in children and adolescents. PubMed [Internet]. 2023 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34752626/>

21. Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Goodman A, Ceasar A, Rauh MJ, et al. The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. PubMed [Internet]. 2010 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34752626/>

22. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. PubMed [Internet]. 2010 [citado 17 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/197652/>

23. Neal BS, Lack SD, Bartholomew C, Morrissey D. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. PubMed [Internet]. 2019 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30242107/>

24. Halabchi F, Mazaheri R, Seif-Barghi T. Patellofemoral pain syndrome and modifiable intrinsic risk factors; how to assess and address?. PubMed Central [Internet]. 2013 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3690728>

25. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. PubMed Central [Internet]. 2008 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2443365/>

26. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. PubMed [Internet]. 2016 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27343241/>
27. Petersen W, Ellermann A, Gösele-Koppenburg A, Best R, Rembitzki IV, Brüggemann GP, et al. Patellofemoral pain syndrome. PubMed [Internet]. 2014 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24221035/>
28. Capin JJ, Snyder-Mackler L, Risberg MA, Grindem H. The current management of patients with patellofemoral pain from the physical therapist's perspective. PubMed Central [Internet]. 2018 [citado 25 de enero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6693858/>
29. Silva DDO, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Pain and disability in women with patellofemoral pain: The mediating effect of pain catastrophizing. PubMed [Internet]. 2020 [citado 6 de de 2026]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32645745/>
30. Ittenbach RF, Huang G, Barber Foss KD, Hewett TE, Myer GD. Reliability and validity of the Anterior Knee Pain Scale: applications for use as an epidemiologic screener. PubMed Central [Internet]. 2016 [citado 6 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4956048/>
31. Deysel G, Callaghan MJ, Parkes MJ, de Oliveira Silva D, Barton CJ, Crossley KM. Assessing quadriceps strength in patellofemoral pain patients: reliability, agreement, and validity of a commercially available strain gauge. PubMed Central [Internet]. 2024 [citado 6 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11132478/>

32. Lesnak J, Anderson D, Farmer B, Katsavelis D, Grindstaff TL. Validity of hand-held dynamometry in measuring quadriceps strength and rate of torque development. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2019 [citado 6 Feb 2026];14(2):180-187. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6449009/>
33. Knols RH, Aufdemkampe G, de Bruin ED, Uebelhart D, Aaronson NK. Hand-held dynamometry in patients with haematological malignancies: measurement error in the clinical assessment of knee extension strength. *PubMed Central* [Internet]. 2009 [citado 8 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2662793/>
34. Bohannon RW. Considerations and Practical Options for Measuring Muscle Strength: A Narrative Review. *PubMed Central* [Internet]. 2019 [citado 8 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6354207/>
35. Manske RC, Prohaska D, Lucas B. Examination of the patellofemoral joint. *PubMed Central* [Internet]. 2016 [citado 8 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5095938/>
36. Mostaed MF, Werner DM, Barrios JA. 2D and 3D kinematics during lateral step-down testing in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. *PubMed Central* [Internet]. 2018 [citado 10 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5808016/>
37. Schwane BG, Goerger BM, Goto S, Blackburn JT, Aguilar AJ, Padua DA. Trunk and lower extremity kinematics during stair descent in women with or without patellofemoral pain. *PubMed Central* [Internet]. 2015 [citado 10 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4532181/>

38. Kasitinon D, Li WX, Wang EXS, Fredericson M. Physical Examination and Patellofemoral Pain Syndrome: an Updated Review. PubMed Central [Internet]. 2021 [citado 16 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8733121/>
39. Neal BS, Lack SD, Bartholomew C, Morrissey D, Malliaras P, Crossley KM, et al. Best practice guide for patellofemoral pain based on synthesis of a systematic review, the patient voice and expert clinical reasoning. British Journal of Sports Medicine [Internet]. 2024 [citado 24 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/58/24/1486>
40. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, Bolgla LA, Scalzitti DA, Logerstedt DS, et al. Patellofemoral Pain: Clinical Practice Guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health from the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. JOSPT [Internet]. 2019 [citado 24 de febrero de 2026]; Disponible en: <https://www.orthodiv.org/wp-content/uploads/2021/08/WillyetalCPGforPFPjospt.2019>.
41. Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino B, et al. 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 [Internet]. 2018 [citado 1 de abril de 2026]; Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/52/18/1170>
42. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and Knee Strengthening Is More Effective Than Knee Strengthening Alone for Reducing Pain and Improving Activity in Individuals With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. JOSPT [Internet]. 2018 [citado 1 de abril de 2026]; Disponible en: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2018.7365>

43. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. J-STAGE [Internet]. 2005 [citado 1 de abril de 2026]; Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijktr/1/1/1_1_1/_article/-char/en
44. Cognetti DJ, Sheean AJ, Owens JG. Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 8 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8811521/>
45. Villalba FJ. Entrenamiento con restricción al flujo sanguíneo. AJRPT [Internet]. 2022 [citado 8 Abr 2026];4(1):52-56. doi:10.58172/ajrpt.v4i1.215. Disponible en: <https://www.scielo.org.ar/pdf/ajrpt/v4n1/2618-4095-ajrpt-4-01-52.pdf>
46. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood flow restriction training. PubMed Central [Internet]. 2021 [citado 8 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8448465/>
47. Cognetti DJ, Sheean AJ, Owens JG. Blood Flow Restriction Therapy and Its Use for Rehabilitation and Return to Sport: Physiology, Application, and Guidelines for Implementation. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 15 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8811521/>
48. Li S, Ren J, Hou T, Jiang Q. The Effect of Blood Flow Restriction Exercise on Angiogenesis Factors and Vascular Function in Skeletal Muscle of Healthy Adults: A Systematic Review. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 15 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8892188/>
49. Grgic J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Sabol F. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 15 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9068575/>

50. Cook SB, Clark BC, Ploutz-Snyder LL. Neuromuscular Adaptations to Low-Load Blood Flow Restricted Resistance Training. PubMed Central [Internet]. 2018 [citado 20 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5844210/>
51. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood flow restriction training. PubMed Central [Internet]. 2021 [citado 20 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8448465/>
52. Das A, Paton B, Fahs CA, Miller T, Rossow L, Letchford B, et al. Is There a Minimum Effective Dose for Vascular Occlusion During Blood Flow Restriction Training?. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 20 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9024204/>.
53. de Queiros VS, Rolnick N, Kamiş O, Formiga MF, Rocha RFC, Alves JCM, et al. Body position and cuff size influence lower limb arterial occlusion pressure and its predictors: implications for standardizing the pressure applied in training with blood flow restriction. PubMed Central [Internet]. 2024 [citado 20 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11345145/>.
54. Cerqueira MS, do Nascimento JDS, Maciel DG, Barboza JAM, de Brito Vieira WH. Effects of blood flow restriction without additional exercise on strength reductions and muscular atrophy following immobilization: a systematic review. PubMed Central [Internet]. 2020 [citado 28 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7031770/>
55. Li N, Yang J, Liao Y. The effect of blood flow restriction training combined with electrical muscle stimulation on neuromuscular adaptation: a randomized controlled trial. PubMed Central [Internet]. 2023 [citado 28 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10230647/>

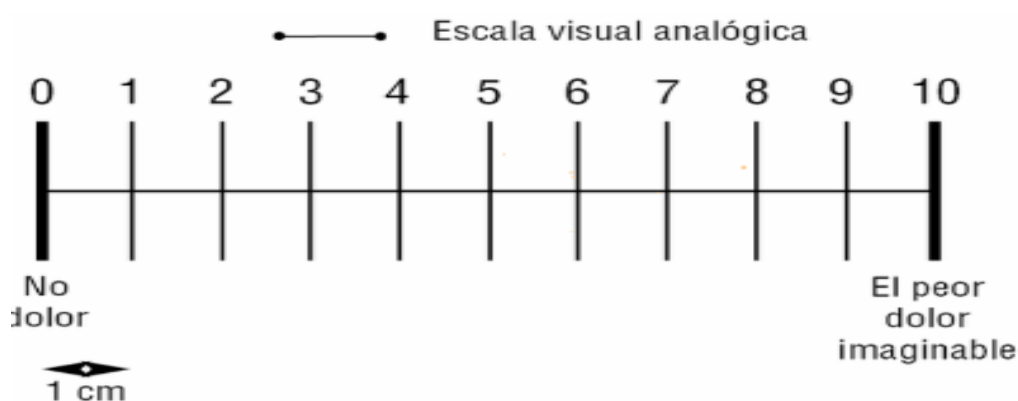
56. Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, et al. Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: a single-blind randomized controlled trial. PubMed Central [Internet]. 2018 [citado 28 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6139300/>
57. Formiga MF, Fay R, Hutchinson S, Locandro N, Ceballos A, Stavres J, et al. Effect of aerobic exercise training with and without blood flow restriction on aerobic capacity in healthy young adults: a systematic review with meta-analysis. PubMed Central [Internet]. 2020 [citado 30 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7134358/>
58. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, Mangine RE, Head P, Grindstaff TL, et al. Blood flow restriction training. PubMed Central [Internet]. 2021 [citado 30 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8448465/>
59. de Queiros VS, Dantas M, Neto GR, da Silva LF, Assis MG, Almeida-Neto PF, et al. Application and side effects of blood flow restriction technique: a cross-sectional questionnaire survey of professionals. PubMed Central [Internet]. 2021 [citado 30 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8104249/>
60. da Cunha Nascimento D, Rolnick N, Beal FLR, et al. A useful blood flow restriction training risk stratification for exercise and rehabilitation. PubMed Central [Internet]. 2022 [citado 30 de abril de 2026]; Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8963452/>
61. Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. PubMed [Internet]. 2017 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28500081>

62. Talbot LA, Webb L, Morrell C, Enochs K, Hillner J, Fagan M, Metter EJ. Electromyostimulation With Blood Flow Restriction for Patellofemoral Pain Syndrome in Active Duty Military Personnel: A Randomized Controlled Trial. PubMed [Internet]. 2023 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36807977/>
63. Constantinou A, Mamais I, Papathanasiou G, Lamnisis D, Stasinopoulos D. Comparing hip and knee focused exercises versus hip and knee focused exercises with the use of blood flow restriction training in adults with patellofemoral pain. PubMed [Internet]. 2022 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34985237/>
64. Liu Y, Wu L. Effect of instrument-assisted soft tissue mobilization combined with blood flow restriction training on function, pain and strength of patients with patellofemoral joint pain. PubMed [Internet]. 2023 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37653489/>
65. Girardi FM, Guenka LC. Quadriceps strengthening by the Kaatsu Training method in women with patellofemoral pain. SciELO [Internet]. 2022 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://www.scielo.br/j/fp/a/cpX77gnGJffwy5bxCSHdsVh/?lang=en>
66. Lee J, Kwon H, Lee Y. Low-Intensity Blood Flow-Restricted Multi-Joint Exercise Improves Muscle Function in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Trial. PubMed [Internet]. 2026 [citado 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41606>

X. Anexos.

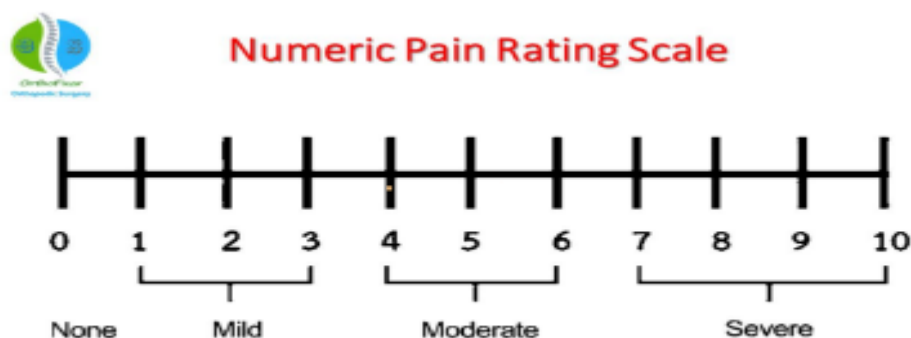
Anexo 1. VAS (escala visual analógica)

Se pide al paciente que marque en la línea el punto que indique la intensidad y se mide con una regla milimetrada. La intensidad se expresa en centímetros o milímetros. Será leve hasta 4 cm, Moderada de 5-7cm y severa si es mayor de 7cm.



Anexo 2.

Se solicita al paciente que indique con un número la intensidad de su dolor, generalmente en una escala de 0 a 10, donde 0 representa ausencia de dolor y 10 el peor dolor imaginable. La intensidad se expresa en valores numéricos. Habitualmente, se interpreta como dolor leve entre 1 y 3, moderado entre 4 y 6 y severo entre 7 y 10.



Anexo 3. Lysholm

Escala de Lysholm

Marque la opción que mejor describa el estado de su rodilla.

1. Cojera	5 Ninguna	Interpretación habitual: 95 a 100: Excelente 84 a 94: Bueno 65 a 83: Regular Menor de 65: Malo
	3 Leve o periódica	
	0 Intensa o constante	
2. Apoyo	5 Sin problemas	
	2 Fatiga o inseguridad al apoyar	
	0 Imposibilidad o gran dificultad para apoyar	
3. Bloqueo	15 No presenta bloqueo ni atrapamiento	
	10 Sensación de atrapamiento, pero sin bloqueo real	
	6 Bloqueo ocasional	
	2 Bloqueo frecuente	
	0 Rodilla bloqueada al examen	
4. Inestabilidad	25 Nunca presenta falseo	
	20 Rara vez, solo en actividad intensa	
	15 A veces en actividad diaria	
	10 Frecuentemente	
	5 Muy frecuente	
5. Dolor	0 Inestabilidad constante	
	25 Ninguno	
	20 Inconstante y leve en actividad intensa	
	15 Marcado durante actividad intensa	
	10 Marcado al caminar más de 2 km	
	5 Marcado al caminar menos de 2 km	
6. Inflamación	0 Constante	
	10 Ninguna	
	6 Aparece con actividad intensa	
	2 Aparece con actividad habitual	
7. Subir escaleras	0 Constante	Puntaje total: suma de todos los ítems, máximo 100 puntos.
	10 Sin problemas	
	6 Leve dificultad	
	2 Un escalón por vez	
8. Agacharse	0 Imposible	
	5 Sin problemas	
	4 Leve dificultad	
	2 No más de 90°	
	0 Imposible	

Anexo 4. Kujala Anterior Knee Pain Scale

CUESTIONARIO DE DOLOR ANTERIOR DE RODILLA (KUJALA SCORE - AKPS)



Nombre: _____

Edad: _____ ☐ Izq. Der: ____ / ____ / ____

Duración de los síntomas: ____ años ____ meses

Para cada pregunta, marca la última opción (letra) correspondiente a tus síntomas en la rodilla.

1. COJERA

- (a) Ninguna (5)
- (b) Ligera o ocasional (3)
- (c) Constante (0)

2. APOYO

- (a) Completo sin dolor (5)
- (b) Doloroso (3)
- (c) Soporte imposible (0)

3. CAMINAR

- (a) Sin límite (5)
- (b) Más de 2 km (3)
- (c) 1-2 km (2)
- (d) Imposible (0)

4. ESCALERA

- (a) Ninguna dificultad (10)
- (b) Ligero dolor al bajar (8)
- (c) Dolor al bajar y subir (5)
- (d) Imposible (0)

5. SENTADILLAS

- (a) Ninguna dificultad (5)
- (b) Dolor al hacer varias (4)
- (c) Dolor al hacer cada una (3)
- (d) Posible parcial si soporto el peso (2)
- (e) Imposible (0)

6. CORRER

- (a) Ninguna dificultad (10)
- (b) Dolor después de más de 3 m (8)
- (c) Ligero dolor desde el inicio (6)
- (d) Dolor intenso (3)
- (e) Imposible (0)

7. SALTAR

- (a) Ninguna dificultad (10)
- (b) Ligera dificultad (7)
- (c) Dolor constante (2)
- (d) Imposible (0)

8. SEDENTARISMO PROLONGADO CON LAS RODILLAS FLEXIONADAS

- (a) Ninguna dificultad (10)
- (b) Dolor después de hacer ejercicio (8)
- (c) Dolor constante (6)
- (d) Dolor obliga a extender las rodillas temporalmente (4)
- (e) Imposible (0)

9. DOLOR

- (a) Ninguno (10)
- (b) Leve y ocasional (8)
- (c) Interfiere con el sueño (6)
- (d) Ocasionalmente severo (3)
- (e) Severo y constante (0)

10. HINCHAZÓN

- (a) Ninguna (10)
- (b) Después de esfuerzo extenuante (8)
- (c) Después de actividades diarias (6)
- (d) Todas las noches (4)
- (e) Constante (0)

11. MOVIMIENTOS DOLOROSOS ANORMALES DE LA RÓTULA (SUBLUXACIONES)

- (a) Ninguno (10)
- (b) Ocasionalmente en deportes (6)
- (c) Ocasionalmente en la vida diaria (4)
- (d) Al menos una luxación documentada (2)
- (e) Más de dos luxaciones (0)

12. ATROFIA DEL MUSLO

- (a) Ninguna (5)
- (b) Ligera (3)
- (c) Severa (0)

13. DEFICIENCIA DE FLEXIÓN

- (a) Ninguna (5)
- (b) Ligera (3)
- (c) Severa (0)



La escala de Kujala o Anterior Knee Pain Scale (AKPS), cada ítem presenta opciones de respuesta con una puntuación numérica asignada, que se suman para obtener un puntaje total. El cuestionario evalúa 13 aspectos relacionados con el dolor anterior de rodilla y la función, como cojera, apoyo, marcha, escaleras, sentadillas, carrera, salto, dolor, hinchazón, subluxaciones patelares, atrofia del muslo y déficit de flexión. El puntaje total va de 0 a 100 puntos, donde los valores más altos indican mejor estado funcional y menor sintomatología, mientras que los puntajes más bajos reflejan mayor dolor y mayor limitación funcional.