



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

# **EFFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA MUSCULAR PARA MEJORAR LA FUERZA Y DISMINUIR EL DOLOR EN PACIENTES CON OSTEOARTRITIS DE RODILLA O CON RIESGO DE PADECERLO**

**Jaume Vidal García**

**Grado de Fisioterapia**

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Año Académico 2020-21**

# **EFFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA MUSCULAR PARA MEJORAR LA FUERZA Y DISMINUIR EL DOLOR EN PACIENTES CON OSTEOARTRITIS DE RODILLA O CON RIESGO DE PADECERLO**

**Jaume Vidal García**

**Trabajo de Fin de Grado**

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Universidad de las Illes Balears**

**Año Académico 2020-21**

Palabras clave del trabajo:

Osteoartritis, rodilla, dolor crónico, entrenamiento de resistencia muscular, fuerza muscular

*Nombre Tutor/Tutora del Trabajo Olga Velasco Roldán*

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Resumen

**Introducción:** La osteoartritis es una de las patologías reumáticas más prevalentes afectando aproximadamente a 250 millones de personas en el mundo.

**Objetivo:** Analizar la efectividad de un programa de entrenamiento de resistencia muscular para la mejora de la fuerza y la disminución del dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo.

**Estrategia de búsqueda:** Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed y PEDro. Se incluyeron ensayos clínicos y ensayos clínicos aleatorizados con una antigüedad no inferior a 2016.

**Resultados:** La estrategia de búsqueda mostró 93 artículos inicialmente. Después de realizar las revisiones oportunas, 20 trabajos fueron incluidos en esta revisión, sometiéndose a la evaluación de la calidad metodológica mediante la escala de PEDro, dando una puntuación de 5 o superior. Las principales variables medidas fueron el dolor y la fuerza muscular. En la mayoría de los estudios se obtuvieron datos significativos en cuanto a la mejoría de las variables estudiadas.

**Discusión:** Se ha establecido una pirámide de recomendación de las diferentes tipologías de entrenamiento, estando en el nivel más alto los ejercicios en circuito con fortalecimiento a alta intensidad debido a la eficiencia en el tiempo.

**Conclusiones:** Los distintos programas de entrenamiento de fortalecimiento muscular son fundamentales para la mejora de la fuerza y para la disminución del dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo. Resulta fundamental individualizar los diferentes programas de entrenamiento para una práctica clínica más eficaz.

## Abstract

**Introduction:** Osteoarthritis is one of the most prevalent rheumatic diseases affecting approximately 250 million people in the world.

**Objective:** To analyze the effectiveness of a muscular resistance training program to improve strength and decrease pain in patients with knee osteoarthritis or at risk of suffering from it.

**Search strategy:** A search was carried out in Pubmed and PEDro databases. Clinical trials and randomized clinical trials no less than 2016 were included.

**Results:** The search strategy initially showed 93 articles. After making the appropriate reviews, 20 papers were included in this review that were subjected to the evaluation of methodological quality using the PEDro scale, giving a score of 5 or higher. The main variables measured were pain and muscle strength. In most of the studies, significant data were obtained regarding the improvement of the variables studied.

**Discussion:** A recommendation pyramid of the different types of training has been established, with circuit exercises with high intensity strengthening being at the highest level due to the efficiency in time.

**Conclusions:** The different muscle strengthening training programs are essential for improving strength and reducing pain in patients with knee osteoarthritis or at risk of suffering from it. Individualizing the different training programs is essential for more effective clinical practice.

## Índice

Glosario .....	1
Introducción .....	2
Objetivos .....	4
Estrategia de búsqueda.....	5
Pregunta clínica / de investigación.....	5
Fuentes de información / estrategia de búsqueda.....	5
Límites.....	6
Criterios de elegibilidad .....	6
Calidad metodológica.....	7
Resultados .....	7
Fuentes de información y calidad metodológica.....	7
Características generales de la muestra .....	12
Intervención.....	13
Variables del estudio .....	14
Discusión.....	21
Conclusiones .....	29
Anexos.....	29
Referencias .....	48

## Glosario

Término	Significado
AE	Ejercicios acuáticos
BFR	Blood flow restriction (restricción del flujo sanguíneo)
EVA	Escala Visual Analógica
HI-RT	High intensity resistance training (ejercicios de alta intensidad)
IPAQ	Cuestionario internacional de Actividad Física
LT	Low training (baja intensidad)
MIRT	Moderate-intensity resistance training (ejercicios de intensidad media)
NRSpain	Numerical Pain Rating scale (escala numérica del dolor)
OMNI-RES	Omni Perceived Exertion Scale-Resistance Exercise Scale (escala de control de la intensidad del entrenamiento de la fuerza)
RM	Repetición Máxima
SF-36	Short Form Healthy Survey (cuestionario de salud)
WBV	Whole body vibration (ejercicios de vibración de cuerpo entero)
WHOQOL-BREF	World Health Organization Quality of Life
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

## Introducción

La OMS reconoce el dolor crónico como un problema de salud pública en todo el mundo, con una prevalencia media en adultos del 20%, que aumenta a medida que la población envejece. (1)

La osteoartritis, el tipo más común de artritis, es un tipo de dolor crónico. Se conoce como una enfermedad articular degenerativa caracterizada por la pérdida localizada de cartílago, remodelación del hueso adyacente e inflamación asociada. La osteoartritis afecta con más frecuencia las caderas, las rodillas y las pequeñas articulaciones de las manos. (2)

Cabe destacar que es una de las principales causas de dolor y limitación funcional en el mundo, asociada con restricciones funcionales, cambios morfológicos en el hueso subcondral, degeneración del cartílago articular y daño al tejido blando circundante (3). El dolor contribuye a la carga global reumática y musculoesquelética. (4)

Esta patología afecta aproximadamente a 250 millones de personas en el mundo (3.6% de la población) (5) y se entiende como una de las principales causas de discapacidad, representando el 9.6% de los hombres y el 18% de las mujeres mayores de 60 años. (6) El análisis de la Arthritis Alliance of Canada estima un nuevo diagnóstico de osteoartritis cada 60 segundos. (7) Como la condición no es reversible, el número creciente de personas con osteoartritis resultará en una mayor carga de enfermedad. (8)

Las cifras estimadas para el año 2010 indicaron que la osteoartritis totalizó unos 16.8 mil millones en costes directos (atención médica formal) e indirectos (días de trabajo perdidos). (9) La necesidad de contención de costes y el hecho de que hasta el 20% de las artroplastias articulares totales pueden considerarse inapropiadas subraya la importancia de mejorar la atención comunitaria de la osteoartritis. (10)

Actualmente se incluye un uso excesivo de imágenes radiológicas, cirugía y opioides, así como una falta de educación y asesoramiento a los pacientes para hacer frente a sus limitaciones en la vida diaria. (11) Solo el 48.7% de los médicos generales prescriben actividad física, mientras que el 95.8% prescribe paracetamol. (12)

La primera línea de tratamiento para pacientes con osteoartritis debería ser la educación, el ejercicio y la pérdida de peso (si precisa). De esta forma, el reemplazo total de la articulación solamente se debería considerar una vez la primera línea de tratamiento no ofrece resultados satisfactorios. No obstante, menos del 50% de pacientes con osteoartritis reciben la primera línea de tratamiento y se les deriva directamente a cirugía. (13)

Algunos estudios subrayan la importancia de que para estabilizar la rodilla y evitar que la osteoartritis empeore, la fuerza de los cuádriceps y de los músculos que rodean la articulación es vital, ya que la masa muscular alcanza su punto máximo alrededor de los 30 años, luego disminuye entre un 3% y un 8% por década, con una pérdida aún más rápida después de los 60 años. Para paliar estos efectos, se hace referencia a que los efectos del entrenamiento sobre la composición corporal son similares tanto en sujetos mayores como en sujetos más jóvenes. Por lo tanto, la edad no parece afectar las ganancias de fuerza e hipertrofia que resultan del entrenamiento. Estas ganancias de fuerza están asociadas con un área de sección transversal aumentada de las fibras musculares de contracción lenta y rápida. (12)

El ejercicio de resistencia u otras formas de entrenamiento de fuerza son los más estudiados y, en consecuencia, los más relevantes (4). Pueden mejorar la capacidad de la persona para sostener el hueso y el cartílago mediante una mejor musculatura que apoya el movimiento alrededor de una articulación, con el potencial de aliviar la rigidez y el dolor. Además, una sola sesión de ejercicio físico provoca liberación de opioides endógenos que provocan antinocicepción transitoria. De esta forma, el ejercicio repetido produce antinocicepción de larga duración. (1)

Por lo tanto, resulta fundamental el no prohibir a las personas realizar actividad física, ya que la participación en programas de ejercicio puede mejorar la función física, la depresión y el dolor, así como la autoeficacia y la función social. (9) Asimismo, los ejercicios de fortalecimiento muscular podrían ser beneficiosos para el tratamiento de pacientes con artrosis de rodilla, adaptándose a las comorbilidades del paciente. (14)

A parte de los beneficios que ocasiona el ejercicio de resistencia muscular, la finalización exitosa del programa de ejercicios puede resaltar a las personas sus capacidades, desafiar las creencias de salud inapropiadas, interrumpir el comportamiento perjudicial (evitación

del miedo al movimiento) y enseñar a las personas que el ejercicio es una estrategia de afrontamiento segura, beneficiosa y activa que pueden usar para mejorar la autoeficacia y la autosuficiencia, así como reducir la impotencia y la discapacidad. (9)

Por todo lo comentado anteriormente, se ha querido dar respuesta a la efectividad de los diferentes programas de resistencia muscular para mejorar la fuerza y disminuir el dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo.

## **Objetivos**

Una vez hemos tenido el principal tema de investigación, se ha querido dar respuesta a una serie de preguntas que se nos planteaban en relación con la osteoartritis. De ahí, se han derivado una serie de objetivos (tanto generales como específicos) que expondremos a continuación.

- General: Analizar la efectividad de los programas de entrenamiento de resistencia muscular para la mejora de la fuerza y la disminución del dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo y así, disminuir los costes médicos en cirugías de prótesis de rodilla.
- Específico 1: Examinar los distintos tipos de ejercicios de fortalecimiento muscular y establecer una pirámide de recomendación para pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo.
- Específico 2: Establecer las recomendaciones en cuanto a frecuencia, intensidad, volumen y duración del ejercicio para pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo.

## Estrategia de búsqueda

### Pregunta clínica / de investigación

La pregunta clínica planteada ha sido la siguiente: En personas con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo, ¿los programas de entrenamiento de resistencia muscular pueden mejorar la fuerza y disminuir el dolor?

### Fuentes de información / estrategia de búsqueda

Para responder a la pregunta planteada se ha realizado una búsqueda en las siguientes bases de datos: Pubmed y PEDro. La búsqueda se realizó en fecha 5-03-2021 y los descriptores utilizados fueron ‘‘Osteoarthritis’’, ‘‘Exercise’’, ‘‘Knee’’, ‘‘Muscle strength’’ y ‘‘Resistance training’’; con los operadores booleanos ‘‘AND’’ y ‘‘OR’’, de tal forma que la búsqueda realizada fue la siguiente: ‘‘Osteoarthritis AND knee AND exercise AND (resistance training OR strength training)’’. (tabla 1)

Estrategia de búsqueda	
Base de datos Medline	A través de la plataforma PUDMED
#1	"Osteoarthritis" [MESH] AND "knee" [MESH] AND "exercise" [MESH]
#2	"Osteoarthritis" [MESH] AND "knee " [MESH] AND "exercise "[MESH] AND ("resistance training" [tw] OR "strength training" [tw])
Base de datos PEDro	A través de la plataforma PEDro
#1	Osteoarthritis* knee* exercise*
#2	Osteoarthritis* knee* exercise* resistance training* strength training*
Descriptores	
<b>DECS</b> Osteoartritis Ejercicio físico Rodilla Fuerza muscular Entrenamiento de resistencia	<b>MESH</b> Osteoarthritis Exercise Knee Muscle strength Resistance training

Tabla 1. Estrategia de búsqueda bibliográfica.

## Límites

Los límites introducidos para la búsqueda fueron:

- Idioma: inglés
- Tipo de estudio: Ensayo clínico aleatorizado, ensayo clínico
- Año de publicación: 2016-2021

## Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión	
Tipo de artículos	Ensayo clínico aleatorizado, ensayo clínico
Año de publicación	Artículos publicados entre 2016 y 2021
Idioma	Artículos escritos en inglés
Tipología de pacientes	Pacientes a partir de 45 años con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo
Intervención	Intervención realizada mediante diferentes tipologías de entrenamiento de fortalecimiento muscular
Variables	Intensidad del dolor medida mediante algún tipo de escala objetivable (EVA, WOMAC, NPRSpain) y registro de fuerza muscular.

Tabla 2. Criterios de inclusión para el estudio.

Criterios de exclusión	
Intervención	Artículos que no especifican la tipología de entrenamiento utilizada
Tipología de pacientes	Pacientes con artroplastia de rodilla previa o pendientes de cirugía
	Pacientes diagnosticados con otras afecciones musculares, articulares o neurológicas que afectan la función de las extremidades inferiores y, por lo tanto, la interpretación de resultados debido a las comorbilidades

	Pacientes que realizan otros tipos de tratamientos coadyuvantes como pueden ser el tratamiento de electroterapia o la punción seca, entre otros
	Pacientes con deformidades existentes en el miembro inferior (varovalgo)

Tabla 3. Criterios de exclusión para el estudio.

### **Calidad metodológica**

El nivel de evidencia de todos los estudios incluidos en esta revisión ha sido evaluado y determinada de acuerdo con la escala de PEDro.

La escala de PEDro consta de 11 ítems, los cuales se responden en afirmativo (SÍ) o en negativo (NO).

### **Resultados**

#### **Fuentes de información y calidad metodológica**

La estrategia de búsqueda mostró 93 artículos inicialmente (79 en PUBMED y 14 en PEDro). Después de revisar los títulos, resúmenes y al completo en varios artículos, 20 trabajos fueron incluidos en esta revisión (18 en PUBMED y 2 en PEDro) (Figura 1).

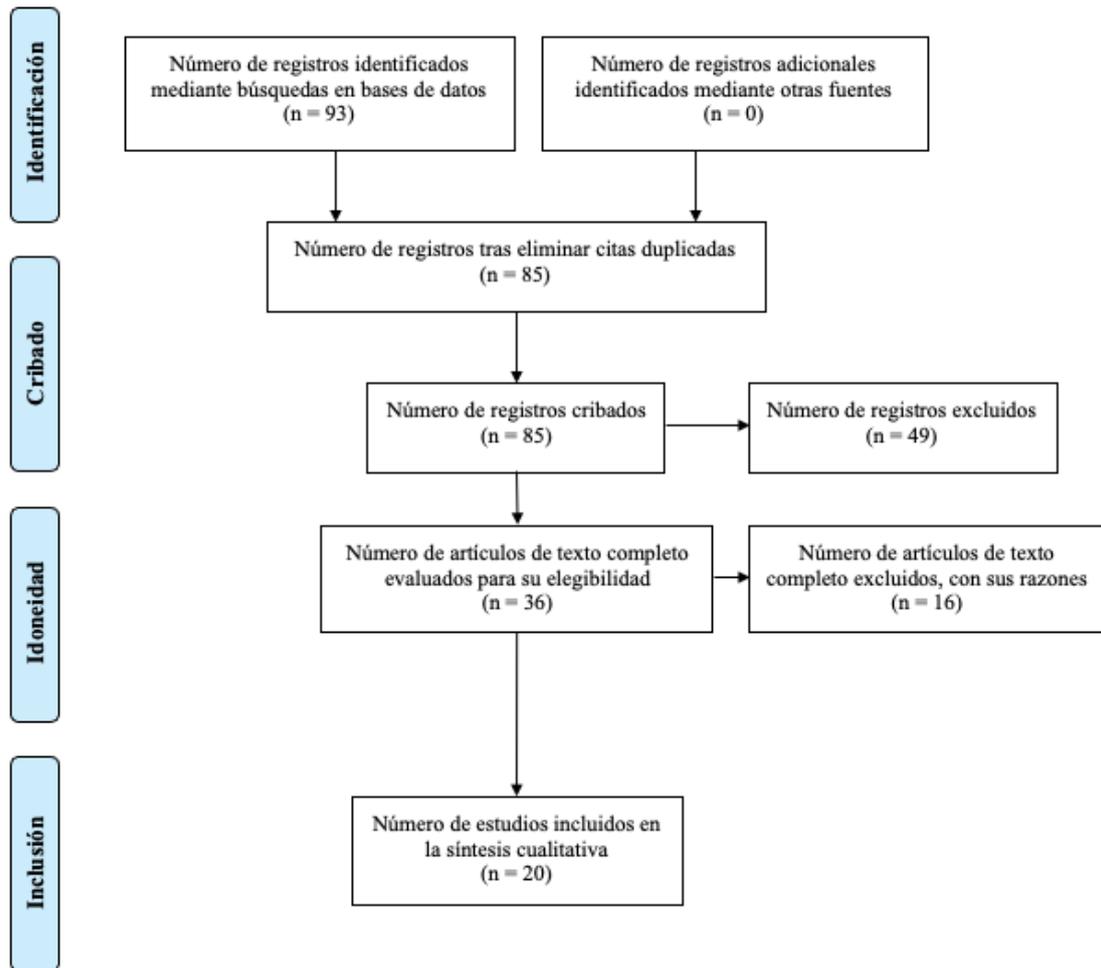


Figura 1. Flujograma.

Los resultados de la escala PEDro se muestran en la tabla 4. Todos los estudios tenían una puntuación de 5 o más en la escala PEDro. Todos los estudios mostraban criterios de elegibilidad y presentaban medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado principal. La limitación más frecuente entre los estudios fue el proceso de cegamiento tanto de pacientes como de terapeutas debido a que era una intervención mediante ejercicios.

Ítems Escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Vincent KR, Vasilopoulos T, Montero C, Vincent HK.; 2019	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	7
Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al.; 2018	SI	SI	-	SI	-	-	-	NO	NO	SI	SI	5
Vincent KR, Vincent HK; 2020	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	7
DeVita P, Aaboe J, Bartholdy C, Leonardis JM, Bliddal H, Henriksen M.; 2018	NO	SI	-	SI	-	-	-	SI	SI	SI	SI	6
León-Ballesteros S, Espinosa-Morales R, Clark-Peralta P, Gómez-Pineda AG, Guadarrama-Becerril JH.; 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	7
Rabe KG, Matsuse H, Jackson A, Segal NA; 2018	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	6
Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM.; 2017	SI	SI	-	SI	-	-	SI	SI	SI (en grupo control)	SI	SI	8

Kuru Çolak T, Kavlak B, Aydoğdu O, Şahin E, Acar G, Demirbüken İ, et al.; 2017	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	6
Lai Z, Lee S, Hu X, Wang.; 2019	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	7
Gomiero AB, Kayo A, Abraão M, Peccin MS, Grande AJ, Trevisani VF.; 2018	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI (fisioterapeuta evaluado ra cegada)	SI	SI	SI (no hubo pérdidas en grupo de resistencia muscular)	SI	SI	9
Hall M, Hinman RS, Wrigley T V., Kasza J, Lim BW, Bennell KL; 2018	SI	SI	NO	SI	-	-	-	NO	NO	NO	SI	SI	5
Voigt TB, Tourville TW, Falcone MJ, Slauterbeck JR, Beynnon BD, Toth MJ.; 2019	SI	NO	NO	SI (los sujetos del grupo)	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	6
Bryk FF, dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et al.; 2016	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	9
de Almeida AC, Aily JB, Pedroso MG, Gonçalves GH, de Carvalho Felinto	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	7

J, Ferrari RJ, et al.; 2020													
Wang P, Yang L, Liu C, Wei X, Yang X, Zhou Y, et al.; 2016	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	10
Bokaeian HR, Bakhtiary AH, Mirmohammadkhani M, Moghimi J.; 2016	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI		SI (tratami ento)	SI	SI	9
Onigbinde AT, Ajiboye RA, Bada AI, Isaac; 2017	SI	NO	NO	SI (mismo sujeto pre- post)	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	6
Asar S, Gandomi F, Mozafari M, Sohaili F.; 2020	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	9
Harper S, Roberts L, Layne A, Jaeger B, Gardner A, Sibille K, et al.; 2019	SI	SI	-	NO (dolor mayor en grupo MIRT)	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	6
Pazit L, Jeremy D, Nancy B, Michael B, George E, Hill KD.; 2018	SI	SI	SI	SI	-	-	-	SI		NO (un abando no en grupo HRST y uno en control)	SI	SI	7

1 = Los criterios de elección fueron especificados ; 2 = Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos; 3 = La asignación fue oculta; 4 = Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes; 5 = Todos los sujetos fueron cegados; 6 = Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados; 7 = Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado fueron cegados; 8 = Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos asignados en los grupos; 9 = Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control; 10 = Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave; 11 = El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Tabla 4. Escala PEDro

## Características generales de la muestra

Debido a que en el presente trabajo revisamos la efectividad de los programas de entrenamiento de resistencia muscular para mejorar la fuerza y disminuir el dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo, cabe destacar que la mayoría de los estudios incluían pacientes mayores (todos los estudios tenían pacientes a partir de 45 años) y, alguno de ellos estudiaba solamente el sexo femenino debido a la alta incidencia de osteoartritis de rodilla en esta población.

El criterio de exclusión más utilizado en los estudios es la imposibilidad del sujeto de la realización de un programa de ejercicio físico debido a factores intrínsecos como pueden ser la presencia de fracturas óseas, enfermedad cardiovascular o tumores, entre otros.

Autor, año	Diseño	Muestra
Vincent KR et al.; 2019	Ensayo Clínico Aleatorizado	88 participantes
Ferraz RB et al.; 2018	Ensayo Clínico Aleatorizado	48 participantes
Vincent KR et al.; 2020	Ensayo Clínico Aleatorizado	88 participantes
DeVita P et al.; 2018	Ensayo Clínico Aleatorizado	31 participantes
León-Ballesteros S et al.; 2017	Ensayo Clínico Aleatorizado	32 participantes
Rabe KG et al.; 2018	Ensayo Clínico Aleatorizado	21 participantes
Cook SB et al.; 2017	Ensayo Clínico Aleatorizado	36 participantes
Kuru Çolak T et al.; 2017	Ensayo Clínico Aleatorizado	78 participantes
Lai Z et al.; 2019	Ensayo Clínico Aleatorizado	60 participantes
Gomiero AB et al.; 2018	Ensayo Clínico Aleatorizado	64 participantes
Hall M et al.; 2018	Ensayo Clínico Secundario Aleatorizado	97 participantes
Voigt TB et al.; 2019	Ensayo Comunitario	7 participantes
Bryk FF et al.; 2016	Ensayo Clínico Aleatorizado	34 participantes
de Almeida AC et al.; 2020	Ensayo Clínico Aleatorizado	66 participantes
Wang P et al.; 2016	Ensayo Clínico Aleatorizado	99 participantes
Bokaeian HR et al.; 2016	Ensayo Clínico Aleatorizado	28 participantes
Onigbinde AT et al.; 2017	Ensayo Clínico (cuasi-experimental)	21 participantes
Asar S et al.; 2020	Ensayo Clínico Aleatorizado	36 participantes
Harper S et al.; 2019	Ensayo Clínico Aleatorizado	96 participantes
Pazit L et al.; 2018	Ensayo Clínico Aleatorizado	32 participantes

Tabla 5. Características de la muestra.

Los criterios de inclusión y exclusión de cada artículo se especifican en el apartado anexos (ver tablas 8-27 en anexos).

## Intervención

Todos los estudios realizan un trabajo mediante ejercicios en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo. Se presentan 7 estudios donde los participantes llevan a cabo ejercicios de fuerza convencionales de alta intensidad, mientras que encontramos 4 estudios que evalúan la restricción del flujo sanguíneo asociado a la baja intensidad, 3 estudios que hacen referencia al fortalecimiento con vibración del cuerpo entero asociado al fortalecimiento muscular, así como otros artículos que estudian otras metodologías de entrenamiento como la baja o la media intensidad, el entrenamiento de la extremidad contralateral, los ejercicios en circuito, el TRX, los ejercicios acuáticos y el entrenamiento mediante banda elástica en el hogar.

La frecuencia de realización varía de 6 a 16 semanas, estipulándose una media de 10 semanas entre los estudios. De esta forma, la realización semanal de los ejercicios es de 2 a 3 sesiones semanales, con una duración media de 1 hora diaria.

Autor, año	Grupo Experimental	Grupo Control
Vincent KR et al.; 2019	Ejercicio concéntrico y ejercicio excéntrico	Actividades diarias con contacto telefónico
Ferraz RB et al.; 2018	Baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo y alta intensidad	Entrenamiento de baja intensidad
Vincent KR et al.; 2020	Ejercicio concéntrico y ejercicio excéntrico	Actividades diarias con contacto telefónico
DeVita P et al.; 2018	Fortalecimiento de cuádriceps	Sin atención
León-Ballesteros S et al.; 2017	Fortalecimiento de cuádriceps en casa con banda elástica y kinesiotape	Fortalecimiento de cuádriceps en casa con banda elástica y placebo
Rabe KG et al.; 2018	Entrenamiento híbrido (estimulación eléctrica neuromuscular + contracciones volitivas)	Resistencia de baja carga
Cook SB et al.; 2017	Alta intensidad y baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo	Resistencia ligera y flexibilidad
Kuru Çolak T et al.; 2017	Ejercicios terapéuticos isométricos e isotónicos supervisados (baja intensidad)	Ejercicios en casa (baja intensidad)
Lai Z et al.; 2019	Ejercicio de vibración de cuerpo entero y sentadillas	Ejercicios de sentadillas

Gomiero AB et al.; 2018	Fortalecimiento muscular	Entrenamiento sensitivo-motor
Hall M et al.; 2018	Fortalecimiento muscular	Fortalecimiento en el hogar
Voigt TB et al.; 2019	Ejercicios de fortalecimiento	
Bryk FF et al.; 2016	Restricción del flujo sanguíneo a baja intensidad	Fuerza convencional
de Almeida AC et al.; 2020	Fuerza en circuito	Fuerza convencional
Wang P et al.; 2016	Vibración de cuerpo entero con resistencia de cuádriceps	Fuerza convencional
Bokaeian HR et al.; 2016	Entrenamiento de resistencia con vibración de cuerpo entero	Entrenamiento de resistencia muscular
Onigbinde AT et al.; 2017	Fortalecimiento del miembro inferior no patológico	Miembro inferior patológico
Asar S et al.; 2020	Ejercicios TRX y ejercicios acuáticos	Medicación por parte del reumatólogo
Harper S et al.; 2019	Restricción del flujo sanguíneo a baja intensidad	Grupo de fortalecimiento a intensidad moderada
Pazit L et al.; 2018	Resistencia de alta velocidad	Resistencia y equilibrio

Tabla 6. Características de la intervención.

### Variables del estudio

Entre las diferentes tipologías de entrenamiento de fortalecimiento muscular, casi todos los estudios presentan aumentos de fuerza en la extremidad con osteoartritis de rodilla medida mediante 1 RM, a excepción del ejercicio acuático. Además, la valoración del dolor medida mediante la escala EVA, subescala WOMAC o NPRSpain realizada antes del tratamiento y después de las semanas de estudio, hace referencia a una disminución del dolor. Cabe destacar, que las mejoras serán superiores o inferiores dependiendo de la tipología de entrenamiento de resistencia muscular.

Autor, año	Variables	Seguimiento	Resultados
Vincent KR et al.; 2019	Índice WOMAC, 1 RM, composición corporal	4 meses (2 sesiones semanales)	Disminución del dolor en grupos experimentales (50% en concéntrico y 68'4% en excéntrico) y

			aumento de fuerza en grupos experimentales de un 13'3% a 33'5% tanto en prensa de piernas como en flexión y extensión de rodilla
Ferraz RB et al.; 2018	SF-36, WOMAC, 1 RM, Time Up and Go, Prueba de soporte cronometrada, tomografía computarizada, área de sección transversal del cuádriceps	12 semanas (2 sesiones semanales)	Aumento del 1 RM en prensa de piernas y extensión de rodilla tanto en grupo de alta intensidad (33%) como en restricción del flujo sanguíneo (26%), así como aumento en el área de sección transversal en dichos grupos (8% para alta intensidad y 7% para restricción del flujo sanguíneo)
Vincent KR et al.; 2020	Borg, NRSpain, 1 RM, prueba de elevación de la silla, prueba de subir escaleras, prueba de la marcha, prueba de la marcha de 6 minutos	4 meses (2 sesiones semanales)	El dolor en la subida de la silla disminuyó un 38'6% en el grupo concéntrico y un 50'3% en el grupo excéntrico. En cambio, aumentó un 10% en el grupo control. El dolor en la subida de escaleras disminuyó un 51'6% en el grupo que realizó ejercicio concéntrico y un 41'3% en el excéntrico. No obstante, éste aumentó un 80'7% en el grupo control
DeVita P et al.; 2018	WOMAC, análisis de la marcha con sistemas de análisis 3D, plataformas de fuerza, fuerza muscular isocinética (dinamometría), masa corporal y altura, longitud del cuádriceps, velocidad de acortamiento o alargamiento del cuádriceps, potencia del cuádriceps, flexión máxima de la rodilla y torque máximo del extensor	12 semanas	La fuerza del cuádriceps aumentó un 25% en el grupo de entrenamiento. Los cambios en el dolor WOMAC fueron un 43% mayor en el grupo experimental. La potencia máxima del cuádriceps aumentó un 36% en el grupo de entrenamiento

León-Ballesteros S et al.; 2017	WOMAC, EVA, OMNI-RES	6 semanas (3 sesiones semanales en casa durante dos veces al día)	En el grupo experimental la EVA disminuyó de 6'4 a 4'6, mientras que en el grupo placebo disminuyó de 6'7 a 5'2. Para los dos grupos hubo una diferencia del 8'2% de mejora en la EVA
Rabe KG et al.; 2018	Subescala de dolor de la puntuación de resultado de lesión de rodilla y osteoartritis, IMC, fuerza isocinética (dinamómetro), ROM. Torque máximo, caminata cronometrada de 20 m, chair stand test	12 semanas	Los tratamientos tanto híbridos como de resistencia de baja carga dieron como resultado el fortalecimiento muscular, la disminución del dolor de rodilla y la mejora del rendimiento físico. La puntuación del dolor mejoró en 14'1 puntos para el grupo control y 11'9 puntos para el grupo híbrido
Cook SB et al.; 2017	WHOQOL-BREF (evaluación de la calidad de vida), RMN para la sección transversal del cuádriceps, prueba de fuerza en el dinamómetro, prueba de 1 RM, torque de contracción voluntaria máxima, caminata de 400m	12 semanas	En grupo de alta intensidad, hubo un aumento del 28% en todas las medidas de fuerza y un 3% en el área de sección transversal. Además, el grupo de restricción del flujo sanguíneo tuvo aumentos de fuerza en la extensión de piernas y prensa de piernas 1 RM
Kuru Çolak T et al.; 2017	IPAQ, EVA, fuerza de cuádriceps e isquiotibiales con dinamómetro, prueba de 6 minutos marcha, equilibrio con Equiboard, variables hemodinámicas	6 semanas	Se produjo una diferencia significativa en el cambio en los niveles de dolor (mayor mejoría en grupo supervisado). Mejora en la fuerza del cuádriceps en ambas extremidades y la fuerza de los isquiotibiales en la extremidad derecha en el grupo supervisado
Lai Z et al.; 2019	EVA, Time Up and Go, marcha de 6 minutos, fuerza de los extensores y flexores de la rodilla mediante dinamómetro	8 semanas (3 sesiones semanales)	A una velocidad angular de 180° / s, solo el torque pico de los extensores de rodilla aumentó significativamente en el grupo de vibración (WBV)

			y sentadillas. El pico de trabajo de los extensores de rodilla y el torque pico de los flexores de rodilla a 180° / s aumentaron significativamente en el grupo WBV y sentadillas
Gomiero AB et al.; 2018	SF-36, WOMAC, EVA, Tinetti, Time Up and Go, fuerza isométrica del cuádriceps	16 semanas (2 sesiones semanales)	El grupo de resistencia muscular mostró una mayor reducción del dolor (disminución de 2.6 puntos). La fuerza isométrica del cuádriceps mejoró en ambos grupos
Hall M et al.; 2018	WOMAC, fuerza del extensor mediante dinamómetro	12 semanas	El entrenamiento de fuerza mejoró significativamente la fuerza máxima de los extensores de rodilla en comparación con el grupo control. La fuerza de los extensores medió el alivio del dolor y representó el 38% de la mejoría del dolor. Un aumento de 1 unidad en la fuerza de los extensores de rodilla desde el inicio se asoció con una reducción de 2'2 unidades en el dolor
Voigt TB et al.; 2019	Torque extensor de la rodilla, 1 RM, biopsia, inmunohistoquímica	14 semanas (3 sesiones semanales)	El entrenamiento de fortalecimiento muscular aumentó la fuerza de todo el músculo. El aumento de la señal de las moléculas de adhesión de células neuronales se asoció con un mayor torque isométrico del extensor de la rodilla
Bryk FF et al.; 2016	Cuestionario de Lequesne, NPRS, Time Up and Go, contracción voluntaria isométrica máxima del cuádriceps con dinamómetro	6 semanas (3 sesiones semanales)	Los pacientes del grupo de oclusión presentaron una menor molestia en la parte anterior de la rodilla en comparación con el grupo convencional. El grupo convencional mostró una ganancia del 30% después del tratamiento en comparación con la línea

			de base. Sin embargo, el grupo oclusión mostró una ganancia del 42% después del tratamiento
de Almeida AC et al.; 2020	WOMAC, EVA, prueba de fuerza muscular (dinamómetro), 1 RM, tomografía computarizada del muslo (área de sección transversal de la masa y calidad muscular), radiografía de la rodilla anteroposterior y lateral	14 semanas (3 sesiones semanales)	Los ejercicios en circuito y los ejercicios de fuerza presentaron una reducción significativa para el dolor de rodilla en comparación con la educación (disminución de 5.07 y 4.88 puntos, respectivamente). Solo el grupo de entrenamiento en circuito presentó reducciones significativas de la grasa intermuscular. Ambos grupos entrenados presentaron aumento significativo en el área de masa muscular (aumento de 7.22 en el grupo en circuito y de 8.08 en el grupo de fuerza convencional).
Wang P et al.; 2016	Índice de Lequesne, WOMAC, SF-36, EVA, Time Up and Go, prueba de marcha de 6 minutos, flexión y extensión de rodilla mediante goniómetro, fuerza de flexores y extensores mediante dinamómetro	24 semanas	El ejercicio de vibración de cuerpo entero junto con el de resistencia de cuádriceps mejoró significativamente el EVA (3.83 unidades de disminución). La flexión y extensión activa de la rodilla, la fuerza de los flexores y extensores de rodilla, así como los biomarcadores urinarios mejoraron significativamente con el ejercicio de vibración de cuerpo entero y el entrenamiento de fuerza conjunto. La fuerza de los flexores y extensores va aumentando progresivamente con el entrenamiento desde la semana 2 a la semana 24 (aumento de 1.12 a 1.88 Kg), siendo más evidente

			en el grupo de vibración de cuerpo entero y fortalecimiento cuadriceps
Bokaeian HR et al.; 2016	WOMAC, EVA, Torque máximo de los músculos isoinéticos concéntricos del cuádriceps y los isquiotibiales, trabajo total, la potencia media de los cuádriceps e isquiotibiales, prueba de marcha de 2 minutos, Time Up and Go, medición cronometrada de prueba de marcha de 50 pies (T50FWT)	8 semanas (3 sesiones semanales)	La adición del entrenamiento de vibración de cuerpo entero al entrenamiento de fortalecimiento puede mejorar significativamente el torque pico, trabajo total, y potencia muscular del cuádriceps en comparación con el grupo control.
Onigbinde AT et al.; 2017	Balanza de resorte para cuantificar la fuerza isométrica máxima en los cuádriceps, 1 RM	6 semanas (3 sesiones semanales)	El aumento en la fuerza isométrica máxima del cuádriceps al inicio y después de 6 semanas fue de 26.63 (+/- 17.59 N) lo que revela un aumento del 20% en la fuerza después de 6 semanas, mientras que para la rodilla no afectada que fue entrenada fue de 33.17 (+/- 16.55 N) mostrando un aumento del 21%
Asar S et al.; 2020	WOMAC (rigidez), EVA, escala de equilibrio de Berg, inestabilidad de rodilla autoinformada (escala de 0 a 5), dispositivo de inclinómetro Bubble para medir el ROM, dinamómetro baseline pull-push para la fuerza isométrica de los extensores de la rodilla	8 semanas (3 sesiones semanales)	Las puntuaciones de inestabilidad y EVA para el dolor se redujeron significativamente con el tiempo tanto en ejercicios acuáticos como en TRX. Se detectó una mejora significativa para las puntuaciones de fuerza del cuádriceps a partir de las 8 semanas en comparación con la línea de base en TRX, pero no hubo una mejora significativa para los grupos acuáticos y de control.

Harper S et al.; 2019	Batería corta de rendimiento físico (SPPB), WOMAC (dolor), instrumento de Discapacidad y Función en la Vida (LLFDI), EVA, Borg, fuerza isocinética unilateral de los extensores de rodilla mediante dinamómetro (Biodex Medical Systems, Nueva York), velocidad de la marcha con una marcha durante 10 vueltas en un recorrido de 40 m, 1 RM	12 semanas (3 sesiones semanales)	La calificación del esfuerzo percibido por sesión de ejercicio medida mediante la escala de Borg fue de 7.3 (+/- 0.5) para restricción del flujo sanguíneo en comparación con 8.1 (+/- 0.5) en fortalecimiento a intensidad moderada. En ambos grupos, el cambio antes y después del entrenamiento en el torque pico medio compuesto del extensor de la rodilla fue de 9.96 Nm. La diferencia de la subescala de dolor WOMAC entre los grupos fue de 0.24 puntos.
Pazit L et al.; 2018	Herramienta de evaluación de ejercicios de Exercise and Sport Science Australia (ESSA), WOMAC, Borg, EVA, Assesment of Quality of Life (AQoL), Estimación de 1 RM calculado indirectamente usando una estimación submáxima, Timed Up and Go, prueba de cuatro pasos cuadrados (FSST), prueba cronometrada de subida de escaleras, balanceo postural, fuerza muscular en 3 RM	8 semanas	Se observaron diferencias entre los grupos a lo largo del tiempo para el dolor WOMAC. También se observaron diferencias en las medidas funcionales y de fuerza. Se evidenciaron diferencias para ambos grupos en comparación con el control en la fuerza 3 RM

Tabla 7. Variables del estudio.

## Discusión

Sabemos que la debilidad del cuádriceps es un factor de riesgo para el inicio y progresión de la osteoartritis de rodilla. (15) El entrenamiento de la fuerza de los cuádriceps reduce el riesgo de osteoartritis de rodilla en un 55%. (16) Debido a ello, resultará fundamental realizar una progresión adecuada de ejercicios que facilite el fortalecimiento de la musculatura y, en consecuencia, prevenir la aparición de la enfermedad o en caso de que esté instaurada, evitar su progresión.

No obstante, surge la pregunta de si los ejercicios de fortalecimiento pueden combinarse con otros tipos de entrenamiento para aumentar su efectividad. En la imagen que aparece a continuación podemos observar una pirámide invertida donde, se ha hecho una recomendación de distintas tipologías de entrenamiento de fortalecimiento muscular en relación con la bibliografía encontrada. El objetivo de estos programas es mejorar la fuerza, así como disminuir el dolor en los pacientes que padecen o pueden padecer osteoartritis de rodilla.

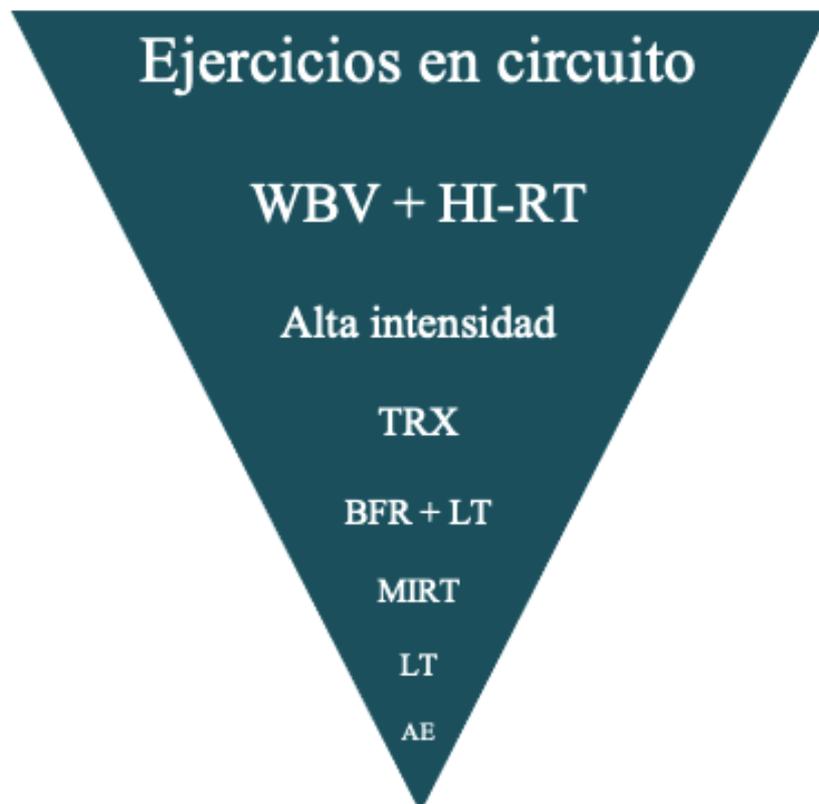


Imagen 1. Pirámide de recomendación de ejercicios de fortalecimiento en pacientes con osteoartritis de rodilla. Elaboración propia.

En el nivel más alto de recomendación, debido a que hay una mayor eficiencia en el tiempo, a parte de los beneficios que ocasiona esta tipología de entrenamiento, estarían los ejercicios en circuito.

Al comparar los ejercicios de fuerza convencionales con los ejercicios en circuito, ambos grupos de entrenamiento presentan una reducción significativa para el dolor de rodilla y aumentos estadísticamente significativos en la masa muscular. No obstante, solo se encuentra una disminución de la grasa intermuscular estadísticamente significativa en el grupo de entrenamiento en circuito. (16)

De esta forma, si queremos ser más eficientes en el tiempo, sabiendo que nos produce las mismas mejoras e incluso superiores, el entrenamiento en circuito puede ser un buen método de entrenamiento de fortalecimiento muscular en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo. La mayoría serán pacientes entrenados y sin comorbilidades, cosa que hace posible la participación de un entrenamiento en circuito, manteniendo la frecuencia cardíaca elevada durante la sesión de entrenamiento. (16)

No obstante, en el caso que los pacientes no puedan mantener la frecuencia cardíaca elevada durante la sesión, pueden realizar ejercicios de fortalecimiento muscular, acompañados de una vibración total del cuerpo entero, posterior a su sesión de resistencia muscular o en combinación con ella.

Los beneficios de la vibración resultan de que ésta puede activar los husos musculares, mediar las señales neuronales a través de las fibras aferentes 1A y activar las fibras musculares a través de las neuronas motoras alfa, lo que resulta en una mejora en el reclutamiento de las unidades motoras. (17)

Además, el ejercicio de vibración de todo el cuerpo puede contrarrestar la reducción del grosor del cartílago debido a la modulación del tejido esquelético, el aumento de la oscilación de los condrocitos y el aumento del espesor de la capa de condrocitos. (18) Por lo tanto, podemos determinar que el ejercicio de vibración de cuerpo entero es un buen método de entrenamiento para la osteoartritis de rodilla.

En el estudio de Wang et al. (18) podemos corroborar como el ejercicio de resistencia de cuádriceps junto con la vibración de cuerpo entero puede tener resultados similares e

incluso superiores en cuanto al aumento de fuerza y la disminución del dolor en comparación con el ejercicio de fortalecimiento cuadriceps. El torque pico, el trabajo total y la potencia muscular del cuádriceps son aumentados con la adición de vibración al entrenamiento de fortalecimiento, respaldando la hipótesis del aumento de fuerza muscular en esta tipología de entrenamiento. (21)

Al analizarse diferentes marcadores séricos como el COMP y el CTX-II que, con contenidos elevados influyen en la degradación del cartílago articular, se encontró una disminución de éstos a lo largo del programa de entrenamiento, con una mayor disminución en el grupo de vibración de cuerpo entero junto con la resistencia de cuádriceps. Este hallazgo puede demostrar el efecto principal del ejercicio de vibración sobre la renovación y remodelación de la estructura y función del hueso y el cartílago. (18)

Asimismo, el entrenamiento de vibración de cuerpo entero y el entrenamiento de fuerza son dos métodos comunes que pueden mejorar efectivamente la fuerza muscular. (19) No obstante, en la mayoría de los estudios no hay un impacto significativo en los índices de rendimiento de los isquiotibiales. Esto puede ser debido a que los músculos estirados son más sensibles a la vibración y se contraen más rápidamente. Por lo tanto, al hacer el ejercicio estándar en squat, los cuádriceps son los que obtienen los mayores beneficios.

Al comparar realizar ejercicios de fortalecimiento en máquina vibratoria o realizar solamente la vibración después de la sesión de ejercicios, ambos son igualmente efectivos ya que en el estudio de Lai et al. (17) se hace referencia a que realizar el ejercicio en la máquina vibratoria también produce mejoras en términos de alivio del dolor.

Una de las dudas que se nos pueden plantear es sobre la seguridad de los ejercicios con vibración de todo el cuerpo. La respuesta es afirmativa ya que no se informaron efectos adversos en los grupos que realizaron este tipo de intervenciones. (18)

Haciendo referencia a la alta intensidad, el entrenamiento de fuerza convencional es la tipología de entrenamiento más comúnmente utilizada. En el estudio de Gomiero et al. (20) donde se compara el entrenamiento de resistencia muscular con el entrenamiento sensitivo-motor, se observa que el grupo de resistencia muscular muestra una mayor

reducción del dolor. No solamente mejoraremos el dolor con el entrenamiento de fortalecimiento, sino que también mejoraremos la fuerza máxima de los extensores de la rodilla, la cual es considerada un potencial mediador del alivio del dolor, representando el 38% de su mejoría, según se ha corroborado en el estudio de Hall et al. (21)

Esto puede ser debido al aumento de la señal de las moléculas de adhesión de células neuronales en todas las fibras agrupadas y en las fibras de cadena pesada de miosina II, ya que en el estudio de Voigt et al. (22) se demostró que su aumento se asociaba con un mayor torque isométrico del extensor de rodilla.

Por lo tanto, el tratamiento mediante el fortalecimiento tiene dos consecuencias directas que, dependiendo de la intensidad del entrenamiento y del lugar de realización, así como la adherencia del paciente al entrenamiento tendrá unos efectos superiores o inferiores. Las consecuencias directas son, por una parte, el aumento de la fuerza de los extensores de la rodilla y por otra, la mejoría sintomática. (21)

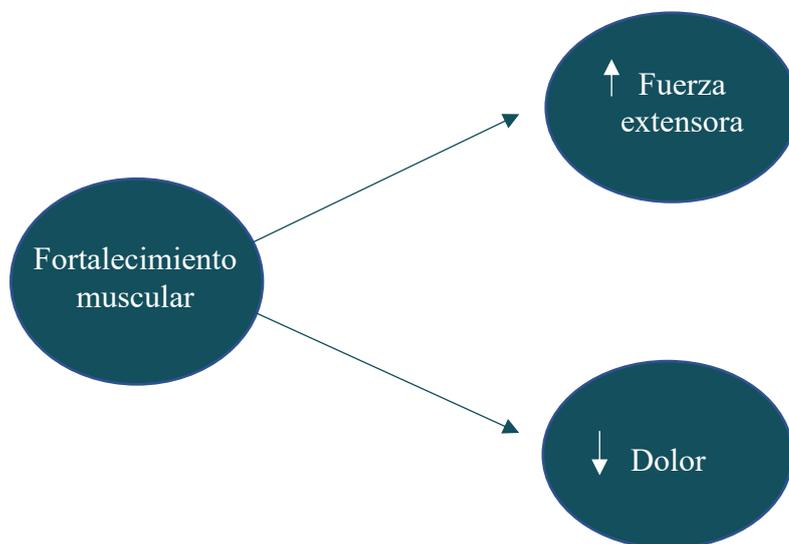


Imagen 2. Consecuencias directas del entrenamiento de fortalecimiento muscular.

Cabe destacar que la mayoría de los autores destacan la importancia de realizar una valoración mediante dinamometría isocinética para determinar de forma correcta cual es el 1 RM del paciente y así, poder trabajar de forma concreta en el 70-80% de éste para

conseguir los efectos deseados. Se tendrían que ir realizando valoraciones cada 3 semanas para ver esos aumentos de fuerza y realizar las modificaciones oportunas. (20)

Según lo estipulado en el artículo de León-Ballesteros et al. (23) se indica que el ejercicio en casa con banda elástica para fortalecer la musculatura del cuádriceps disminuye el dolor. Al realizar el tratamiento en casa resulta fundamental tener un registro de control diario para aumentar la adherencia. Este registro debería de contar con los ejercicios que se han realizado, el tiempo de realización y si ha habido algún evento adverso. (23)

La pregunta surge a raíz de la afirmación anterior. Se sabe que los ejercicios que se llevan a cabo bajo la supervisión de un fisioterapeuta, posteriormente se tienen que realizar en el hogar con la frecuencia, intensidad y duración que el fisioterapeuta conlleve oportuna. No obstante, al comparar los ejercicios realizados solamente en casa o bajo supervisión, se evidencia que hay una mejoría en cuanto a la fuerza extensora mayor en el grupo de entrenamiento de fuerza supervisado, en comparación con el grupo de ejercicios en el hogar, según lo estipulado en el estudio de Hall et al. (21)

Tanto en los ejercicios en casa como los que se realizan de forma supervisada, puede haber dos tipos de cargas: concéntrica y excéntrica. Cabe destacar que, en pacientes con osteoartritis de rodilla, la fuerza concéntrica de los extensores disminuye de un 11-56% y la fuerza excéntrica un 76%. (24) Debido a ello, resulta fundamental entrenar ambos tipos de resistencias para evitar las disminuciones de fuerza y, por lo tanto, paliar la clínica.

En el estudio de Vincent et al. (24) podemos determinar como en ambos grupos de tratamiento (concéntrico y excéntrico) hay un aumento de la fuerza tanto en prensión como en extensión y flexión de rodilla. La tasa de ganancia de fuerza semanal fue mayor para el grupo de resistencia centrada concéntricamente que excéntricamente para la prensa de piernas y la flexión de rodilla, pero no para la extensión de rodilla.

Tal y como se ha corroborado en el estudio de Vincent et al. (25) donde se valoró el dolor en pruebas funcionales después de realizar ejercicios concéntricos o excéntricos, se concluyó que las puntuaciones de dolor aumentaron para el grupo control y disminuyeron para los participantes en el grupo tratamiento. Si bien es cierto que el grupo que realizó

ejercicio concéntrico experimentó una menor severidad del dolor que los otros dos grupos durante la prueba de 6 minutos marcha después del entrenamiento.

Se destaca la importancia de elegir el tipo de carga dependiendo de las comorbilidades del paciente. Por lo tanto, debemos tener en cuenta que el ejercicio excéntrico presenta un menor costo cardiovascular (24), siendo beneficioso para pacientes con HTA o enfermedad cardiovascular. No obstante, si hay que optar por uno de ellos optaremos por el ejercicio concéntrico ya que produce menor dolor al andar y evidencia unas mayores ganancias de fuerza.

Asimismo, también existen otras alternativas como el ejercicio de alta velocidad, ya que su entrenamiento produce una mejora en la subescala del dolor WOMAC, así como un aumento significativo en la fuerza medida mediante 3 RM. (26)

Otra alternativa que puede ser eficaz para los pacientes con osteoartritis de rodilla, son los ejercicios en TRX. Haciendo la comparación con los ejercicios acuáticos, se corrobora que en ambos grupos de intervención hay una mejora en las puntuaciones del dolor. Sin embargo, para las puntuaciones de fuerza del cuádriceps solo se detectó una mejora significativa en el ejercicio mediante TRX. (27)

Los ejercicios TRX pueden activar los músculos estabilizadores del cuerpo, especialmente los músculos centrales, cuya función radica en mejorar la funcionalidad de las extremidades inferiores. (27)

No obstante, ¿qué pasa con los pacientes que no pueden tolerar el fortalecimiento a alta intensidad? De esta forma, ha surgido un nuevo tipo de ejercicios a baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo, los cuales evidencian resultados similares a la alta intensidad. (28)

En el estudio de Ferraz et al. (28) que compara el ejercicio de fortalecimiento a alta intensidad (80% 1 RM) con el ejercicio de fortalecimiento a baja intensidad (30% 1 RM) con restricción del flujo sanguíneo, se puede determinar como en ambos grupos de tratamiento hay un aumento de la sección del área transversal del cuádriceps y en la fuerza medida mediante 1 RM en la prensa y en la extensión de piernas. La puntuación

del dolor WOMAC se redujo significativamente en baja intensidad y restricción del flujo sanguíneo (39%). (28)

Estos hallazgos son corroboradas por el estudio realizado por Cook et al. (29). Se evidencia que el grupo de restricción de flujo sanguíneo presenta aumentos de fuerza del 24% en las pruebas de extensión de piernas y prensa de piernas 1 RM, pero en relación con el grupo de alta intensidad, los resultados en contracción voluntaria máxima isométrica en extensión de piernas y extensión de piernas 1 RM fueron significativamente más bajos. (29)

Asimismo, se concluye que la restricción del flujo sanguíneo es similarmente efectiva como el entrenamiento de resistencia de alta intensidad para aumentar la fuerza dinámica máxima de las extremidades inferiores, el área de sección transversal del cuádriceps y la funcionalidad en pacientes con osteoartritis de rodilla. (28) No obstante, las ganancias neuronales típicamente evidentes al inicio del entrenamiento de alta intensidad no ocurren hasta más tarde en el programa de entrenamiento BFR, retrasando así las ganancias de fuerza y, en este caso, igualar las adaptaciones después de 12 semanas. (29) De esta forma, resultará fundamental hacer una educación al paciente, enseñándole que las mejoras en la fuerza en el caso de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo se llevarán a cabo a posterior que los ejercicios de fortalecimiento a alta intensidad, mejorando así su adherencia al programa.

Sin embargo, hay muchos pacientes que no pueden tolerar los ejercicios debido al dolor que les producen, sobretodo en la parte anterior de la rodilla. Cabe hacer referencia, que el estudio de Bryk et al. (30) valoró dicho parámetro y determinó como los pacientes del grupo de restricción del flujo sanguíneo a baja intensidad presentaron una menor molestia en la parte anterior de la rodilla en comparación con el grupo a alta intensidad. Por esta razón, en caso de que el paciente presente dolor en la cara anterior de la rodilla, nuestra primera opción será el ejercicio de fortalecimiento a baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo, ya que ha demostrado ser más efectivo en estos tipos de dolores.

Comparándola con el ejercicio de fortalecimiento de intensidad media, la calificación del esfuerzo percibido por sesión de ejercicio medida mediante la escala de Borg fue menor

en el grupo de restricción del flujo sanguíneo, evidenciando un menor coste cardiovascular al realizar los ejercicios. (31)

El aumento de P3NP circulante se asocia con el crecimiento del músculo esquelético, así como con la reparación muscular y la fibrosis. De esta forma, se encuentra un aumento del P3NP, siendo más alto en el grupo de entrenamiento de intensidad media, según el estudio de Harper et al. (31)

Dada la bibliografía encontrada, se hace referencia a que los ejercicios supervisados han demostrado ser más efectivos que los ejercicios en casa, ya que aumentan la adherencia. Esto no es ajeno a la baja intensidad por el hecho que, aunque hay mejorías en las puntuaciones del dolor en ambos grupos, se ha indicado una mayor mejoría en el grupo supervisado. Además, cabe resaltar que la mejora en la fuerza de los cuádriceps e isquiotibiales solo se llevó a cabo en el grupo supervisado y no así en el grupo que realizaba los ejercicios en casa, corroborándolo en el estudio de Kuru Çolak et al. (32)

Si bien es cierto que los ejercicios en el agua no se recomiendan como primera línea de tratamiento en pacientes con osteoartritis, las propiedades del agua producen una serie de beneficios como la facilitación de la circulación sanguínea a través de la presión hidrostática y la temperatura del agua (aproximadamente a 32°C). (27)

Se sabe que la consecuencia más ampliamente informada de la osteoartritis de la rodilla es la incapacidad para activar completamente los cuádriceps, lo que se denomina inhibición de los músculos artrogénicos. Debido a ello, algunos pacientes se ven incapaces de levantar algunas cargas con la extremidad patológica. Por esta razón, resulta fundamental buscar una alternativa como puede ser el entrenamiento de la extremidad contralateral por el hecho que, al entrenar la fuerza del cuádriceps del miembro inferior no patológico existe una transferencia de fuerza a la extremidad patológica, según lo encontrado en el estudio de Onigbinde et al. (33) Dicho estudio concluye que un programa de 6 semanas de entrenamiento isométrico de los músculos no afectados, aumenta un 20% la fuerza del cuádriceps de la extremidad no entrenada.

Existen otras terapias que igualmente pueden ser efectivas como el entrenamiento híbrido. Consiste en la estimulación eléctrica de los músculos antagonistas para que se

contraigan excéntricamente y de esta manera, proporcionar resistencia a la musculatura agonista. (34)

Si bien es cierto que se respalda el uso de un entrenamiento híbrido ya que los resultados son favorables en cuanto a la disminución del dolor y al aumento de fuerza, no hay diferencias significativas respecto a un entrenamiento de baja carga. (34)

En el apartado de anexos, se estipulan los diferentes tipos de entrenamiento junto con la frecuencia, intensidad y duración oportuna, así como las características del entrenamiento, según lo que se ha encontrado en los principales ensayos clínicos aleatorizados. De esta forma, nos ayudará a establecer de forma más precisa los entrenamientos para obtener el mayor beneficio posible para el paciente. *(ver tablas 28-35 e imagen 3-4 en anexos)*

## **Conclusiones**

Los distintos programas de entrenamiento de fortalecimiento muscular son fundamentales tanto para la mejora de la fuerza como para la disminución del dolor en pacientes con osteoartritis de rodilla o con riesgo de padecerlo. Resulta fundamental individualizar los diferentes programas de entrenamiento para una práctica clínica más eficaz y aportar la tipología de ejercicio más adecuada para el paciente, siempre teniendo en cuenta comorbilidades u otros factores que puedan influir. Se necesitan más estudios a gran escala que comparen los programas de entrenamiento que se han hecho explícitos en este estudio para determinar la efectividad mayor de unos sobre otros.

## Anexos

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hombres y mujeres de 60 a 85 años</li> <li>• Presencia de osteoartritis de rodilla durante más de 6 meses</li> <li>• Dolor de rodilla principalmente debido a osteoartritis tibiofemoral y no a patelofemoral</li> <li>• Radiografía bilateral en bipedestación que demuestra Kellgren y Lawrence osteoartritis grado 2 o 3 fuera de la rodilla objetivo</li> <li>• Dispuesto y capaz de participar en ejercicio regular durante cuatro meses</li> <li>• Libre de limitaciones musculoesqueléticas que impidan la participación en ejercicios de resistencia</li> <li>• Libres de respuestas cardiovasculares anormales durante la prueba de caminata máxima graduada de detección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier cirugía de rodilla en los últimos 12 meses</li> <li>• Radiculopatía lumbar</li> <li>• Claudicación vascular</li> <li>• Dolor significativo en la parte anterior de la rodilla debido al síndrome de rótula-femoral aislado diagnosticado o condromalacia en cualquiera de las rodillas</li> <li>• Administración de inyecciones de corticoesteroides o ácido hialurónico dentro de los tres meses posteriores a la participación en el estudio</li> <li>• Toma de analgésicos de venta libre o recetados dentro de los dos meses de participación en el estudio</li> </ul>

Tabla 8. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Vincent KR et al.; 2019 (24)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mujeres con osteoartritis de rodilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en un entrenamiento físico durante el último año</li> <li>• Enfermedades cardiovasculares /alteraciones musculoesqueléticas que impidieron la participación en el ejercicio</li> <li>• Grado radiográfico de Kellgren-Lawrence de 1 o 4</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA menor que 1 o mayor a 8</li> <li>• Uso de AINES durante los últimos tres meses</li> <li>• Infiltración intraarticular con ácido hialurónico o corticoesteroides durante los últimos 6 meses</li> </ul>
--	---

Tabla 9. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Ferraz RB et al.; 2018 (28)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adultos de 60 a 85 años</li> <li>• Presencia de osteoartritis tibiofemoral de rodilla durante 6 meses o más</li> <li>• Radiografía anteroposterior bilateral en bipedestación que demuestra Kellgren y Lawrence grado 2 o 3 de 4</li> <li>• Libre de otras limitaciones musculoesqueléticas que impidan la participación en el ejercicio</li> <li>• Libre de respuestas cardiovasculares anormales durante la prueba de caminata máxima graduada de detección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía de cualquier rodilla en los últimos 12 meses</li> <li>• Radiculopatía lumbar</li> <li>• Claudicación vascular</li> <li>• Dolor de rodilla debido a síndrome femorrotuliano aislado o condromalacia</li> <li>• Infiltración de corticoesteroides o ácido hialurónico en los últimos 3 meses</li> <li>• Agregación de nuevos analgésicos de venta libre o recetados dentro de los 2 meses posteriores a la participación en el estudio</li> </ul>

Tabla 10. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Vincent KR et al.; 2020 (25)

Criterios de inclusión (se incluyeron a estos participantes, pero no se llevaron a cabo criterios de inclusión)	Criterios de exclusión (no se limitaron a ellos)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntomas de osteoartritis tibiofemoral en una o ambas rodillas</li> <li>• Buena salud en general</li> <li>• Edad entre 45 y 70 años</li> <li>• IMC entre 19 y 34 Kg/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame de la articulación de la rodilla</li> <li>• Sujetos dependientes de dispositivos para caminar</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signos y síntomas de enfermedades cardiovasculares clínicamente significativas</li> <li>• Trastornos autoinmunes, diabetes o trastornos neurológicos</li> </ul>
--	--

Tabla 11. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de DeVita P et al.; 2018 (15)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mujeres entre 50 y 70 años</li> <li>• IMC entre 25 y 34'9</li> <li>• Diagnosticadas de osteoartritis bilateral de rodilla, clasificadas como grado 2 o 3 en a escala radiográfica de Kellgren y Lawrence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artroplastia de rodilla</li> <li>• Dolor asociado a otras lesiones de rodilla</li> <li>• Fortalecimiento de la terapia en el momento de la intervención</li> <li>• Menos de 90° de flexión de rodilla</li> <li>• Sensibilidad conocida a los materiales del kinesiotape</li> <li>• Contraindicación para el ejercicio</li> </ul>

Tabla 12. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de León-Ballesteros S et al.; 2017 (23)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMC mayor o igual a 25</li> <li>• Antecedentes de lesión o cirugía en la articulación de la rodilla</li> <li>• Síntomas en la zona de la rodilla (dolor, molestias o rigidez) durante la mayor parte de los 30 días anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que pueden alterar la respuesta al entrenamiento con ejercicios como inyección en la rodilla en las 6 semanas anteriores al estudio, entrenamiento de resistencia en cualquier momento durante los 3 meses anteriores al estudio, neuropatía conocida o autoinforme de diabetes, enfermedad vascular periférica, infarto de miocardio o accidente cerebrovascular en el año anterior, dolor en el pecho durante el</li> </ul>

	<p>ejercicio o en reposo, así como uso de oxígeno suplementario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificultad para participar como reemplazo bilateral de rodilla, amputación del miembro inferior en los 6 meses anteriores que afecta la capacidad para caminar o hacer ejercicio, problemas de espalda, cadera o rodilla que afectan la capacidad para caminar o hacer ejercicio, incapacidad para caminar sin un bastón o andador, enfermedad inflamatoria de las articulaciones o músculos, etc.</li> <li>• Sospecha de dificultad con el cumplimiento hasta la visita de seguimiento (actualmente está siendo tratado por cáncer o tiene cáncer no tratado, enfermedad terminal con una expectativa razonable de muerte en un futuro cercano, etc.)</li> </ul>
--	---

Tabla 13. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Rabe KG et al.; 2018 (34)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMC menor a 30</li> <li>• No participación en un entrenamiento de fuerza en los últimos seis meses</li> <li>• No reportó HTA no controlada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de enfermedad neuromuscular</li> <li>• Enfermedad terminal</li> <li>• Presencia de infarto de miocardio en los últimos 6 meses</li> <li>• Enfermedad cardiovascular inestable</li> <li>• Fractura en los últimos 6 meses</li> </ul>

Tabla 14. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Cook SB et al.; 2017 (29)

Criterios de inclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad de 45 años o más</li> <li>• Osteoartritis de Kellgren-Lawrence grado II-III determinada clínica y radiográficamente</li> <li>• Sin antecedentes de cirugía o consolidación defectuosa de fracturas en la extremidad inferior</li> <li>• Sin infección o malignidad</li> <li>• Sin problemas vestibulares</li> <li>• Sin hipertensión incontrolada</li> <li>• Ninguna enfermedad o discapacidad crónica que pudiera inhibir la finalización del programa</li> <li>• Sin antecedentes de enfermedad cardíaca</li> <li>• Ataque cerebrovascular</li> <li>• Ninguna contraindicación para la capacidad de realizar el entrenamiento físico</li> <li>• No inyecciones u otras terapias articulares invasivas durante el periodo de estudio</li> </ul>

Tabla 15. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Kuru Çolak T et al.; 2017 (32)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50-70 años de edad</li> <li>• Diagnosticado como osteoartritis de rodilla según radiografía</li> <li>• Síntomas de dolor durante al menos 3 meses</li> <li>• Osteoartritis de rodilla leve a moderado según la puntuación de rodilla de Lequesne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis sintomática aguda</li> <li>• Cirugía de rodilla en los últimos 6 meses</li> <li>• Diagnosticado con otras afecciones musculares, articulares o neurológicas que afectan la función de las extremidades inferiores</li> <li>• Diagnosticado con enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson o trastornos de las neuronas motoras</li> <li>• Actualmente realizando un programa de ejercicio estructurado para osteoartritis de rodilla</li> </ul>

Tabla 16. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Lai Z et al.; 2019 (17)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de osteoartritis tibiofemoral que cumple con los criterios clínicos de osteoartritis de rodilla del American College of Rheumatology</li> <li>• Tener entre 50 y 75 años</li> <li>• No realizar ninguna actividad física durante al menos 3 meses</li> <li>• Haber alcanzado un nivel mínimo educativo de 4º grado de primaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipertensión arterial no controlada</li> <li>• Diabetes mellitus descompensada</li> <li>• Enfermedades de las tiroides descompensadas</li> <li>• Enfermedades cardiorrespiratorias</li> <li>• Anomalías del hígado</li> <li>• Deterioro funcional de grado IV (escala radiográfica de Kellgren-Lawrence)</li> <li>• Otras enfermedades reumáticas</li> </ul>

Tabla 17. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Gomiero AB et al.; 2018 (20)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolor medial de rodilla</li> <li>• Osteofitos del compartimiento media</li> <li>• Estrechamiento del compartimiento articular medial mayor que el estrechamiento del espacio articular lateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier antecedente de reemplazo articular de miembro inferior</li> <li>• Cirugía de rodilla en los 6 meses anteriores</li> <li>• Esteroide intraarticular o inyección de hylan G-F 20 en los 6 meses anteriores</li> <li>• Artritis sistémica</li> <li>• Más de 5 de desalineación en valgo evaluada en una radiografía</li> <li>• Participación actual o tener la intención de participar en un programa de fortalecimiento de las extremidades inferiores dentro de los siguientes 3 meses</li> <li>• Presencia de cualquier otra condición médica que impidiera la</li> </ul>

	<p>participación segura en un programa de ejercicios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar o recibir fisioterapia para la artrosis de rodilla</li> </ul>
--	--

Tabla 18. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Hall M et al.; 2018 (21)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adultos mayores no obesos (IMC menor a 30 Kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Edad entre 60 y 80 años</li> <li>• Evidencia radiográfica y sintomática de osteoartritis de rodilla en estadio avanzado</li> <li>• Estar inactivos o participar solo en actividades ligeras</li> <li>• Disponibilidad de tejido muscular para la evaluación inmunohistoquímica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes, signos o síntomas de enfermedades que podrían afectar el tamaño del músculo esquelético, la función o las adaptaciones funcionales al entrenamiento</li> </ul>

Tabla 19. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Voigt TB et al.; 2019 (22)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participantes con puntuaciones de 2 o 3 en una de las rodillas según la escala de Kellgren y Lawrence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedente de cirugía o cualquier procedimiento invasivo de la rodilla afectada</li> <li>• Fisioterapia o programa de fortalecimiento de lesiones de rodilla</li> <li>• Uso de cualquier medicación que hubiera cambiado en los últimos 3 meses</li> <li>• Pacientes con alguna otra enfermedad que afectara la función</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trastorno neurológico, cardíaco o vascular, incluidos los tumores</li> </ul>
--	---

Tabla 20. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Bryk FF et al.; 2016 (30)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre 40 y 65 años</li> <li>• Osteoartritis de rodilla diagnosticada clínicamente según los criterios de clasificación del American College of Rheumatology de dolor de rodilla en la mayoría de los días del mes anterior y radiográficamente clasificados como grados 2 o 3 según los criterios de Kellgren y Lawrence</li> <li>• Dolor de rodilla en la semana anterior mayor o igual a 4 en una escala visual analógica de 0 a 10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía de rodilla</li> <li>• IMC mayor o igual a 30 Kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Antecedentes de traumatismo en miembros inferiores</li> <li>• Fisioterapia o ejercicios específicos para la rodilla en los 6 meses previos</li> <li>• Uso de infiltración de corticoesteroides o inyecciones intraarticulares con ácido hialurónico en las rodillas en los 6 meses previos</li> <li>• Caminar más de 30 minutos al día de forma continua o participar en un programa de ejercicio regular</li> <li>• Uso actual o pasado (dentro de los 3 meses) de corticoesteroides orales o intraarticulares</li> <li>• Afecciones artríticas sistémicas como artritis reumatoide</li> <li>• Incapacidad para caminar sin ayuda</li> <li>• Afección médica que impide el ejercicio seguro</li> <li>• Deterioro motor</li> <li>• Problemas cognitivos</li> <li>• Deficiencias</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciar cualquier otro protocolo de ejercicio durante el estudio</li> <li>• No poder cumplir con el protocolo</li> </ul>
--	---

Tabla 21. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de de Almeida AC et al.; 2020 (16)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico de osteoartritis de rodilla sintomática primaria según los criterios del American College of Rheumatology</li> <li>• Edad comprendida entre 40 y 65 años</li> <li>• IMC menor o igual a 30 Kg/m<sup>2</sup></li> <li>• Criterio radiográfico de grado II o III según la escala de Kellgren y Lawrence</li> <li>• Síntomas persistentes en ambas rodillas como dolor y rigidez durante un periodo de al menos 3 meses</li> <li>• Sin cirugías previas de rodilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedad del sistema nervioso central, especialmente epilepsia y trastornos psicóticos graves</li> <li>• Cualquier cirugía en el año anterior</li> <li>• Antecedentes de artritis (enfermedad inflamatoria o metabólica)</li> <li>• Anamnesis de trombosis venosa profunda en las últimas 24 semanas</li> <li>• Enfermedad pulmonar o cardíaca grave, por ejemplo, enfermedad pulmonar obstructiva crónica o insuficiencia cardíaca</li> <li>• Cáncer en estadio avanzado</li> </ul>

Tabla 22. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Wang P et al.; 2016 (18)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis crónica leve a moderada de articulación tibio-femoral unilateral o bilateral según el método de Kellgren &amp; Lawrence</li> <li>• Entre 35 y 75 años</li> <li>• Antecedentes de síntomas de más de un mes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otras enfermedades como diabetes, enfermedades del aparato locomotor, neuromuscular, cardiovascular, respiratorio, etc.</li> <li>• Uso de inyecciones u otros tratamientos invasivos (como cirugía) en las extremidades</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder caminar con o sin dispositivos auxiliares</li> </ul>	<p>inferiores durante los últimos tres meses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener una cadera artificial o en la articulación de la rodilla</li> <li>• Toma de medicación</li> <li>• Historia de traumatismo en la articulación de la rodilla durante la última semana</li> <li>• Realización de ejercicio profesional regular</li> <li>• Debilidad física extrema</li> </ul>
---	--

Tabla 23. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Bokaeian HR et al.; 2016 (19)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artrosis unilateral de rodilla</li> <li>• Grado II en la escala de calificación de Kellgren-Lawrence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis en otras articulaciones de las extremidades inferiores</li> <li>• Trastorno neurológico</li> <li>• Artritis reumatoide</li> <li>• Desplazamiento de la articulación de la cadera o rodilla</li> <li>• Antecedentes de cirugía de rodilla o traumatismo grave de rodilla</li> </ul>

Tabla 24. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Onigbinde AT et al.; 2017 (33)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener más de 40 años</li> <li>• Adquirir criterios clínicos del American College of Rheumatology para la artrosis de rodilla</li> <li>• Cumplir con la escala de gravedad de la enfermedad radiográfica de Kellgren y Lawrence mayor a 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sufrir accidentes cerebrovasculares</li> <li>• Hipertensión no controlada</li> <li>• No poder caminar sin instrumentos auxiliares</li> <li>• Haber recibido otras intervenciones de tratamiento en los últimos 3 meses</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inestabilidad de la rodilla autoinformada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haber sufrido obesidad (IMC maor a 40 Kg/m2)</li> <li>• Padecer enfermedades neuromusculares como esclerosis múltiple o Parkinson</li> <li>• Tener fractura de extremidad inferior</li> <li>• Padecer osteoartritis de cadera concurrente</li> <li>• Esperar una artroplastia</li> <li>• Enfermedades cardiovasculares</li> <li>• Haber recibido una inyección en el periodo de 6 meses antes del estudio o haberse sometido a algún procedimiento quirúrgico</li> </ul>
---	---

Tabla 25. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Asar S et al.; 2020 (27)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hombres y mujeres de 60 años</li> <li>• Limitaciones funcionales objetivas</li> <li>• Pacientes que no participan en el entrenamiento de resistencia regular</li> <li>• Osteoartritis de rodilla sintomática (evidencia radiográfica de osteofitos, clasificación de dolor mayor a 0 y radiografía anteroposterior bilateral en bipedestación que demuestra un grado de Kellgren y Lawrence mayor a 2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraindicaciones para el uso de torniquetes, incluidos aquellos con enfermedad vascular periférica</li> <li>• Presión arterial en reposo mayor de 160 o menor a 100 mm Hg</li> <li>• Contraindicaciones absolutas para el entrenamiento físico o cualquier otra condición médica que impida una participación segura</li> </ul>

Tabla 26. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Harper S et al.; 2019 (31)

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis de rodilla según los criterios del American College of Rheumatology</li> <li>• Edad comprendida entre 60 y 90 años</li> <li>• Dolor de rodilla durante al menos 6 meses</li> <li>• Capaz de deambular de forma independiente</li> <li>• Al menos uno de los siguientes criterios:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caída en los últimos 12 meses</li> <li>2. Limitación de su nivel de actividad física debido a la preocupación por las caídas</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier condición no musculoesquelética no controlada (como EPOC e insuficiencia cardíaca congestiva)</li> <li>• Afección neurológica preexistente que afectó la fuerza, el equilibrio o la deambulación de las extremidades inferiores</li> <li>• Cualquier condición musculoesquelética u ortopédica no controlada que pueda afectar la deambulación</li> <li>• Participando actualmente en un entrenamiento de resistencia estructurado o en programas de entrenamiento de equilibrio organizados una vez a la semana</li> <li>• Cualquier condición médica documentada o impedimento físico que el médico del participante considere que contraindica la participación</li> <li>• Deterioro cognitivo leve o demencia determinada por una puntuación menor a 25 utilizando el estado mental de la Universidad de Saint Louis</li> </ul>

Tabla 27. Criterios de inclusión y exclusión del artículo de Pazit L et al.; 2018 (26)

Ejercicios en circuito			
Duración programa	14 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Tiempo de trabajo: descanso	40:20 (intenso) 30:30 (moderado)	Intensidad	70-80%

Series	3	Ejercicios por serie	10
<p>Se seleccionan los ejercicios específicos para la población con osteoartritis de rodilla, según la evidencia científica, como pueden ser ejercicios de extensión de cuádriceps, flexión de rodilla o prensa de piernas.</p> <p>Estos ejercicios se organizan en un modelo de circuito: parte superior, parte inferior y tronco, así como ejercicios globales y, de ahí, se estratifican según los niveles de intensidad: moderado e intenso, con el tiempo de trabajo y descanso que hemos estipulado anteriormente.</p> <p>Se instruye a los participantes a realizar el ejercicio lo más rápido posible, con el máximo número de repeticiones durante el tiempo establecido en cada fase.</p>			

Tabla 28. Protocolo de ejercicios en circuito

Entrenamiento de vibración de cuerpo entero + fortalecimiento a alta carga			
Duración programa	10 – 12 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Tiempo de trabajo: descanso	(mirar imagen 3)	Frecuencia	25 – 35 Hz
Amplitud		2-6 mm	
<p>En primer lugar, se llevaría a cabo un calentamiento de 5' en bicicleta ergonómica para empezar a activar la musculatura que va a trabajar y así, evitar lesiones durante el entrenamiento.</p> <p>Asimismo, posteriormente se realizarían los ejercicios de fortalecimiento que se harán referencia en el protocolo de alta intensidad y para terminar se llevarían a cabo los ejercicios de squats en la plataforma vibratoria con los parámetros que se explican en dicha tabla y en la imagen 3, siempre teniendo en cuenta el principio de individualización y progresando de forma adecuada.</p>			

Tabla 29. Protocolo de entrenamiento de vibración de cuerpo entero junto con el fortalecimiento a alta carga

Week of intervention	Knee flexion angle	Hold time	Rest time	Number of set	Total time
1	30°	30s	30s	6	12 min
	60°	30s	30s	6	
2	30°	40s	40s	6	14 min
	60°	30s	30s	6	
3	30°	40s	40s	7	17 min
	60°	40s	40s	6	
4	30°	50s	50s	7	21 min
	60°	40s	40s	7	
5	30°	50s	50s	8	25 min
	60°	50s	50s	7	
6	30°	60s	60s	8	29 min
	60°	50s	50s	8	
7	30°	60s	60s	9	34 min
	60°	60s	60s	8	
8	30°	70s	70s	9	39 min
	60°	60s	60s	9	

Imagen 3. Parámetros ejercicio de vibración de cuerpo entero. Extraído de: Lai Z, Lee S, Hu X, Wang L. Effect of adding whole-body vibration training to squat training on physical function and muscle strength in individuals with knee osteoarthritis. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2019;19(3):333–41.

Alta intensidad			
Duración programa	10 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Tiempo de descanso	1' entre series	Intensidad	70 – 80 % 1 RM
Series	3	Repeticiones	10
<p>Los ejercicios que se llevarán a cabo para esta tipología de entrenamiento serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente con contracción del transverso</li> <li>- Abducción de cadera con peso</li> <li>- Prensa de piernas</li> <li>- Flexión de rodilla</li> <li>- Extensión de rodilla</li> <li>- Flexión de cadera</li> <li>- Extensión de cadera</li> <li>- Prensa de pecho</li> <li>- Remo en polea</li> <li>- Curl de bíceps</li> <li>- Elevación de talones</li> </ul> <p>La carga se ajustará cada 3 semanas para progresar de forma adecuada, ajustándola dependiendo del valor del 1 RM que se ha obtenido.</p>			

Tabla 30. Protocolo de entrenamiento de fortalecimiento a alta intensidad

Ejercicios TRX			
Duración programa	8 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Series	3	Repeticiones	Semanas 1 y 2 de cada mes: 10 repeticiones Semanas 3 y 4 de cada mes: 15 repeticiones

Los ejercicios que se realizarán para esta tipología de entrenamiento son los que se especifican en la imagen 4. En consecuencia, la progresión de ejercicios se realizará de la siguiente manera:

- Estrechando la base de apoyo
- Cambiando el ángulo de tracción
- Empleando el péndulo en ejercicios de suelo
- Agregando un mango, aumentando de esta forma el nivel de dificultad

Los 5-10 primeros minutos de cada sesión se dedicaron a la introducción de los ejercicios, así como sus técnicas correctas, seguido de 5-10 minutos de calentamientos y 40-50 minutos de ejercicios en TRX.

Tabla 31. Protocolo de ejercicios en TRX

First Month	Exercises
<b>Sunday's exercises</b>	1) TRX row, 2) TRX biceps curl, 3) TRX scapular retraction, 4) TRX standing roll out, 5) toe touches, 6) TRX hip press, 7) TRX hamstring curl, 8) walking high kick, 9) TRX Sit Up Plank exercises 3 set 10 s
<b>Monday's exercises</b>	1) TRX mid row, 2) TRX calf raise, 3) TRX kick back, 4) TRX standing push up plus, 5) clamshell, 6) lying side leg lift/ lateral raise, 7) Hamstring runner TRX, 8) TRX bent raise (single leg), 9) TRX side plank. Plank exercises 3 set 15 s
<b>Wednesday's exercises</b>	1) TRX high row, 2) TRX single leg reaching Roman deadlift, 3) TRX split fly, 4) TRX chest press, 5) lying leg raise, 6) TRX Rountain, 7) supine plank TRX, 8) TRX bent leg raise, 9) TRX hip abduction. Plank exercises 3 set 20 s
At the week1 and 2, All exercises 3 set 10 repetition.	
At the week 3 and 4, All exercises 3 set 15 repetition.	
Second Month	Exercises
<b>Sunday's exercises</b>	1) TRX T deltoid fly, 2) TRX standing hip drop, 3) TRX triceps press, 4) TRX standing calf raises 5) Flutter kicks 6) Side crunch leg raises 7) TRX supine plan/with pull through 8) TRX hip abduction, 9) TRX assisted sit up Plank exercises 3 set 20 s
<b>Monday's exercises</b>	1) TRX Y deltoid fly TRX hip press, 2) TRX torso rotation, 3) TRX overhead back extension, 4) TRX prone iron cross, 5) Side oblique crunch, 6) Swimmers, 7) supine TRX on elbow, 8) TRX saw 9) TRX oblique leg raises Plank exercises 3 set 25 s
<b>Wednesday's exercises</b>	1) TRX L deltoid fly, 2) TRX power pull 3) TRX bicep revers curl 4) TRX chest fly 5) Russian twist with medicine ball 6) Alternate heel touchers 7) TRX side plank/ top arm assisted pike 8) TRX pendulum, 9) TRX Pike Plank exercises 3 set 30 s
At the week1 and 2, All exercises 3 set 10 repetition.	
At the week 2 and 4, All exercises 3 set 15 repetition.	

Imagen 4. Ejercicios realizados en TRX. Extraído de: Asar S, Gandomi F, Mozafari M, Sohaili F. The Effect of TRX vs. Aquatic Exercises on Self-Reported Knee Instability, Balance, Knee Stiffness, Pain,

Quadriceps Strength, and Knee Flexion ROM in Women with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. BMC Sports Sci Med Rehabil [Internet]. 2020;12:1–13. Available from: <http://www.ircr.ir/trial/36221>,

Restricción del flujo sanguíneo a baja intensidad			
Duración programa	10 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Tiempo de descanso	1' de descanso entre series y 3' entre ejercicios	Intensidad	20 – 30% 1 RM
Series	3	Repeticiones	15
<p>Los ejercicios que se llevarán a cabo serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente con contracción del transverso</li> <li>- Abducción de cadera con peso</li> <li>- Elevación de talones</li> <li>- Flexión de rodilla</li> <li>- Extensión de rodilla</li> <li>- Prensa de piernas</li> <li>- Prensa de pecho</li> <li>- Remo en polea</li> <li>- Curl de bíceps</li> </ul> <p>La carga máxima (1 RM) para todos los ejercicios de fortalecimiento se tiene que evaluar durante la primera sesión de tratamiento y se tiene que revisar semanalmente para realizar los ajustes necesarios.</p> <p>El manguito de restricción del flujo sanguíneo se hinchará en un rango de 120 a 200 mm Hg ya que no hay oclusión total entre dichos parámetros (aproximadamente inflado al 70%).</p> <p>Cabe destacar que, durante la sesión, el manguito no se quitará y permanecerá en la parte proximal del muslo del paciente.</p>			

Tabla 32. Protocolo de entrenamiento mediante restricción del flujo sanguíneo a baja intensidad

Entrenamiento a intensidad media			
Duración programa	12 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Descanso	1' entre series	Intensidad	60% 1 RM

Series	3	Repeticiones	10
<p>La evaluación de 1 RM se valorará al inicio del programa de ejercicios y cada 3 semanas para establecer la progresión oportuna en carga.</p> <p>Los participantes empiezan con un breve calentamiento seguido de un entrenamiento de fuerza de la parte inferior del cuerpo y terminan con ejercicios de flexibilidad y entrenamiento del equilibrio.</p> <p>Los ejercicios que se realizan son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente con contracción del transverso</li> <li>- Abducción de cadera con peso</li> <li>- Extensión de rodilla</li> <li>- Flexión de rodilla</li> <li>- Prensa de piernas</li> <li>- Elevación de talones</li> <li>- Prensa de pecho</li> <li>- Remo en polea</li> <li>- Curl de bíceps</li> </ul>			

Tabla 33. Protocolo de entrenamiento a intensidad media

Entrenamiento a baja intensidad			
Duración programa	10 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Tiempo de descanso	1' entre series	Intensidad	20 – 40% 1 RM
Series	3	Ejercicios por serie	15 repeticiones
<p>Los ejercicios que se realizan son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puente con contracción del transverso</li> <li>- Abducción de cadera con peso</li> <li>- Prensa de piernas</li> <li>- Flexión de rodilla</li> <li>- Extensión de rodilla</li> <li>- Flexión de cadera</li> <li>- Extensión de cadera</li> <li>- Elevación de talones</li> <li>- Prensa de pecho</li> </ul>			

- Remo en polea
- Curl de bíceps

Cada 3 semanas y al inicio del tratamiento se realiza una evaluación de 1 RM para la progresión en carga.

Tabla 34. Protocolo de entrenamiento a baja intensidad

Ejercicios acuáticos			
Duración programa	10 semanas	Frecuencia semanal	3 sesiones
Duración	90 minutos	Temperatura del agua	32°C
Profundidad del agua		1.3 m	
El protocolo de ejercicios a base de agua incluye 10 minutos de calentamiento, ejercicios de fuerza de 20 minutos con banda elástica, 20 minutos de ejercicios aeróbicos, 20 minutos de step training y ejercicios propioceptivos, 10 minutos de ejercicios básicos y 10 minutos de enfriamiento.			

Tabla 35. Protocolo de entrenamiento mediante ejercicios acuáticos

## Referencias

1. Geneen LJ, More RA, Clarke C, Martin D, Colvin LA, Smith BH. Physical activity and exercise for chronic pain in adults. *J Sociol.* 2017;4(1):135–9.
2. Franco MR, Morelhão PK, de Carvalho A, Pinto RZ. Aquatic exercise for the treatment of hip and knee osteoarthritis. *Phys Ther.* 2017;97(7):693–7.
3. Verges J, Vitaloni M, Bibas M, Sciortino R, Quintero M, Monfort J, et al. Global oa management begins with quality of life assessment in knee oa patients: a systematic review. *Osteoarthr Cartil.* 2019;27:S229–30.
4. Geenen R, Overman CL, Christensen R, Åsenlöf P, Capela S, Huisinga KL, et al. EULAR recommendations for the health professional’s approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2018;77(6):797–807.
5. Jeong HS, Lee SC, Jee H, Song JB, Chang HS, Lee SY. Proprioceptive training and outcomes of patients with knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Athl Train.* 2019;54(4):418–28.
6. Li R, Chen H, Feng J, Xiao Y, Zhang H, Lam CWK, et al. Effectiveness of traditional chinese exercise for symptoms of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(21):1–18.
7. Li LC, Sayre EC, Xie H, Falck RS, Best JR, Liu-Ambrose T, et al. Efficacy of a community-based technology-enabled physical activity counseling program for people with knee osteoarthritis: Proof-of-concept study. *J Med Internet Res.* 2018;20(4):1–14.
8. Kroon FP, van der Burg LR, Buchbinder R, Osborne RH, Johnston R V., Pitt V. Self-management education programmes for osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;2014(1).
9. Hurley M, Dickson K, Hallett R, Grant R, Hauari H, Walsh N, et al. Exercise interventions and patient beliefs for people with hip, knee or hip and knee osteoarthritis: A mixed methods review. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;2018(4).
10. Hagen KB, Smedslund G, Østerås N, Jamtvedt G. Quality of Community-Based Osteoarthritis Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arthritis Care Res.* 2016;68(10):1443–52.

11. Lin I, Wiles L, Waller R, Goucke R, Nagree Y, Gibberd M, et al. What does best practice care for musculoskeletal pain look like? Eleven consistent recommendations from high-quality clinical practice guidelines: Systematic review. *Br J Sports Med.* 2020;54(2):79–86.
12. Gay C, Chabaud A, Guilley E, Coudeyre E. Educating patients about the benefits of physical activity and exercise for their hip and knee osteoarthritis. Systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016;59(3):174–83.
13. Jönsson T, Eek F, Dell’Isola A, Dahlberg LE, Hansson EE. The better management of patients with osteoarthritis program: Outcomes after evidence-based education and exercise delivered nationwide in Sweden. *PLoS One.* 2019;14(9):1–14.
14. Schiphof D, van den Driest JJ, Runhaar J. Osteoarthritis year in review 2017: rehabilitation and outcomes. *Osteoarthr Cartil [Internet].* 2018;26(3):326–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.01.006>
15. DeVita P, Aaboe J, Bartholdy C, Leonardis JM, Bliddal H, Henriksen M. Quadriceps-strengthening exercise and quadriceps and knee biomechanics during walking in knee osteoarthritis: A two-centre randomized controlled trial. *Clin Biomech [Internet].* 2018;59(September):199–206. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.09.016>
16. de Almeida AC, Aily JB, Pedroso MG, Gonçalves GH, de Carvalho Felinto J, Ferrari RJ, et al. A periodized training attenuates thigh intermuscular fat and improves muscle quality in patients with knee osteoarthritis: results from a randomized controlled trial. *Clin Rheumatol.* 2020;39(4):1265–75.
17. Lai Z, Lee S, Hu X, Wang L. Effect of adding whole-body vibration training to squat training on physical function and muscle strength in individuals with knee osteoarthritis. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2019;19(3):333–41.
18. Wang P, Yang L, Liu C, Wei X, Yang X, Zhou Y, et al. Effects of Whole Body Vibration Exercise associated with Quadriceps Resistance Exercise on functioning and quality of life in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016;30(11):1074–87.
19. Bokaeian HR, Bakhtiary AH, Mirmohammadkhani M, Moghimi J. The effect of adding whole body vibration training to strengthening training in the treatment of knee osteoarthritis: A randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther [Internet].* 2016;20(2):334–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.005>
20. Gomiero AB, Kayo A, Abraão M, Peccin MS, Grande AJ, Trevisani VF. Sensory-

- motor training versus resistance training among patients with knee osteoarthritis: Randomized single-blind controlled trial. *Sao Paulo Med J.* 2018;136(1):44–50.
21. Hall M, Hinman RS, Wrigley T V., Kasza J, Lim BW, Bennell KL. Knee extensor strength gains mediate symptom improvement in knee osteoarthritis: secondary analysis of a randomised controlled trial. *Osteoarthr Cartil* [Internet]. 2018;26(4):495–500. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.01.018>
  22. Voigt TB, Tourville TW, Falcone MJ, Slauterbeck JR, Beynon BD, Toth MJ. Resistance training-induced gains in knee extensor strength are related to increased neural cell adhesion molecule expression in older adults with knee osteoarthritis. *BMC Res Notes* [Internet]. 2019;12(1):1–5. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4642-0>
  23. León-Ballesteros S, Espinosa-Morales R, Clark-Peralta P, Gómez-Pineda AG, Guadarrama-Becerril JH. Kinesiotape and quadriceps strengthening with elastic band in women with knee osteoarthritis and overweight or obesity. A randomized clinical trial. *Reumatol Clínica* [Internet]. 2020;16(1):11–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1699258X18300718>
  24. Vincent KR, Vasilopoulos T, Montero C, Vincent HK. Eccentric and Concentric Resistance Exercise Comparison for Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(10):1977–86.
  25. Vincent KR, Vincent HK. Concentric and Eccentric Resistance Training Comparison on Physical Function and Functional Pain Outcomes in Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020;99(10):932–40.
  26. Pazit L, Jeremy D, Nancy B, Michael B, George E, Hill KD. Safety and feasibility of high speed resistance training with and without balance exercises for knee osteoarthritis: A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2018;34:154–63.
  27. Asar S, Gandomi F, Mozafari M, Sohaili F. The Effect of TRX vs. Aquatic Exercises on Self-Reported Knee Instability, Balance, Knee Stiffness, Pain, Quadriceps Strength, and Knee Flexion ROM in Women with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2020;12:1–13. Available from: <http://www.irct.ir/trial/36221>,
  28. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee

- Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(5):897–905.
29. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol.* 2017;99(July):138–45.
  30. Bryk FF, dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(5):1580–6.
  31. Harper S, Roberts L, Layne A, Jaeger B, Gardner A, Sibille K, et al. Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *J Clin Med.* 2019;8(2):265.
  32. Kuru Çolak T, Kavlak B, Aydoğdu O, Şahin E, Acar G, Demirbükten İ, et al. The effects of therapeutic exercises on pain, muscle strength, functional capacity, balance and hemodynamic parameters in knee osteoarthritis patients: a randomized controlled study of supervised versus home exercises. *Rheumatol Int.* 2017;37(3):399–407.
  33. Onigbinde AT, Ajiboye RA, Bada AI, Isaac SO. Inter-limb effects of isometric quadriceps strengthening on untrained contra-lateral homologous muscle of patients with knee osteoarthritis. *Technol Heal Care.* 2017;25(1):19–27.
  34. Rabe KG, Matsuse H, Jackson A, Segal NA. Evaluation of the Combined Application of Neuromuscular Electrical Stimulation and Volitional Contractions on Thigh Muscle Strength, Knee Pain, and Physical Performance in Women at Risk for Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *PM R.* 2018;10(12):1301–10.