

# Ejercicios de fuerza en pacientes que van a ser intervenidos de artroplastia de rodilla mediante cirugía "Fast-track": un estudio aleatorizado controlado

M<sup>a</sup> Teresa Gutiérrez Giménez

Graduado en fisioterapia. Diplomado en enfermería. Máster en evaluación y entrenamiento para la salud. Hospital MAZ. Zaragoza.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00166

Recibido: 25/04/2023  
Aceptado: 12/03/2024

## Resumen

**Antecedentes:** Uno de los trastornos musculoesqueléticos y degenerativos más frecuente en edad adulta y que produce mayor discapacidad es la osteoartritis de rodilla cuya solución en grados severos es la artroplastia de rodilla (ATR) que es una de las intervenciones más habituales en los últimos años. En el Hospital Mutua de Accidentes de Zaragoza (MAZ) se realiza con protocolo "Fast-track" que permite que los pacientes se movilicen lo más rápido posible y con pocas complicaciones. Inmediatamente después de la ATR aparecen importantes reducciones de la fuerza muscular y junto con la pérdida de masa muscular relacionada con la edad, aumenta el riesgo de discapacidad y es por ello que recuperar la fuerza muscular es un objetivo importante.

**Objetivo:** El propósito de este estudio fue evaluar la efectividad de un programa de ejercicios de fuerza con bandas elásticas en pacientes que van a ser intervenidos de artroplastia total de rodilla (ATR) mediante cirugía "Fast-track".

**Material y método:** 48 pacientes programados para ATR en el primer semestre del 2021 participaron en este ensayo aleatorizado controlado. Un grupo control que realizaba los ejercicios según protocolo establecido en el hospital y el grupo intervención realizaba además unos ejercicios con bandas elásticas, un mes antes de la cirugía y un mes después de la misma, mientras duró la investigación. Se evaluó el dolor, la rigidez y la capacidad funcional mediante el cuestionario *Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC)* y se hicieron la batería de pruebas de cribado de fragilidad SPPB (*Short Physical Performance Battery*) en tres momentos: Un mes antes de la cirugía (T1), quince días después de la cirugía (T2) y al mes de la intervención (T3). También se midió la fuerza de agarre manual en ambas extremidades superiores, el perímetro de muslo (tanto en la pierna que iba a ser intervenida como en la sana) y el Índice de masa corporal (IMC) en las tres evaluaciones.

**Resultados:** Tanto el grupo intervención como el grupo control obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en las evaluaciones del cuestionario WOMAC y pruebas SPPB a los 15 días y a mes de la cirugía si bien el grupo que hizo ejercicios de fuerza con bandas elásticas obtuvo resultados mejores estadísticamente significativos. No hubo diferencias significativas en la fuerza de agarre manual, en el perímetro de muslo ni en el IMC.

**Conclusión:** Un programa de ejercicios de fuerza pre y postoperatorio de ATR con bandas elásticas mejora la eficacia del programa tradicional, disminuyendo el dolor y rigidez, mejorando la capacidad funcional, equilibrio y velocidad de la marcha y por lo tanto su autonomía y calidad de vida.

## Palabras clave:

Rodilla. Artroplastia. Envejecimiento.  
"Fast-track". Entrenamiento fuerza.  
Bandas elásticas.

## Resistance exercises in patients whose knee is going to be operated of arthroplasty with Fast-track surgery: randomized controlled trial

### Summary

**Background:** One of the most frequent musculoskeletal and degenerative disorders in adulthood and that produces greater disability is knee osteoarthritis; this injury produces greater disability and the solution in severe degrees is knee arthroplasty (TKA). In hospital MAZ, TKA is performed with the Fast-track a protocol allows patients to move as quickly as possible and without any complications. After the ATR, reductions of muscular strength appear, and with the loss of muscular mass associated with age, the risk of disability increases and that is why recovering muscular strength is an important goal for orthopedic surgeons and specialists in rehabilitation.

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of a simple resistance exercise program with elastic bands in patients who are going to undergo TKA using Fast-track surgery.

Premio SEMED a la Investigación 2023

Correspondencia: M<sup>a</sup> Teresa Gutiérrez Giménez  
E-mail: maritereguti@hotmail.es

**Material and method:** 48 patients scheduled for TKA in the first half of 2021 participated in this randomized controlled trial. A control group that performed the exercises according to the protocol established in the hospital and the intervention group that also performed exercises with elastic bands. The two groups performed the exercises one month before and after surgery and while the investigation lasted. A pain, stiffness and functional capacity were assessed with questionnaire WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) and the SPPB frailty screening test battery (Short Physical Performance Battery). Handgrip strength, the thigh circumference and the body mass index (BMI) was also measured. All of this was evaluated in three times: one month before surgery (T1), fifteen days (T2) and one month (T3) after surgery.

**Results:** Both the intervention group and the control group obtained statistically significant improvements in the evaluations of WOMAC questionnaire and SPPB tests at 15 days and one month after surgery although the group that did resistance exercises with elastic bands obtained better results. There were no significant differences in handgrip strength, thigh circumference or BMI.

**Conclusion:** A pre and postoperative TKA resistance exercise program with elastic bands improves the effectiveness of the traditional program, reducing pain and stiffness, improving functional capacity, balance and gait speed and therefore autonomy and quality of life.

**Key words:**

Knee. Knee arthroplasty.  
Aging. Fast-track. Resistance training.  
Elastic bands.

## Introducción

Uno de los trastornos musculoesqueléticos y degenerativos más frecuente en edad adulta y que produce mayor discapacidad es la osteoartritis de rodilla (OA)<sup>1,2</sup>. Los pacientes con OA de rodilla sufren dolor continuo y trastornos funcionales que imposibilitan a menudo su quehacer diario<sup>3</sup>. La artroplastia o cirugía de sustitución de la rodilla (ATR) para reducir el dolor y recuperar la funcionalidad es el tratamiento más eficaz y el más común en los casos severos de OA<sup>4</sup>. Una prótesis de rodilla es un elemento mecánico compuesto por diversos componentes de metal y plástico que sustituyen a la articulación de la rodilla formada por tibia y fémur. Esa prótesis proporcionará alivio del dolor y mejorará la función en la mayoría de los pacientes con enfermedad degenerativa de la articulación<sup>5,6</sup>. En los últimos años ha habido un fuerte incremento de la cirugía de artroplastia de rodilla en España y en países de nuestro entorno ya que se han ampliado los criterios de indicación, por el propio envejecimiento de la población y porque es una cirugía efectiva. Por todo ello hay una mayor expectativa y demanda por parte de los pacientes<sup>7</sup>. Consecuencia de esta evolución, varios estudios demuestran que es una de las intervenciones más habituales en los últimos años<sup>8</sup>. En España la progresión en el número de prótesis ha pasado de 12.500 en el año 1995 a 25.000 en el año 2000<sup>9</sup>; actualmente no hay un registro nacional de artroplastias de rodilla aunque se está trabajando en ello<sup>10</sup> pero según datos de la Federación Española de Tecnologías Sanitarias (FENIN) en el año 2014 se implantaron alrededor de 35.000 prótesis y según el último congreso de artroscopia en 2019 llegaron a 60.000. Teniendo en cuenta el progresivo envejecimiento de la población se estima un crecimiento importante de estas cirugías en los próximos años.

En el hospital Mutua de Accidentes de Zaragoza (MAZ) la cirugía de sustitución de rodilla se realiza con protocolo "Fast-track"<sup>11</sup>; este concepto fue introducido por el profesor Henrik Kehlet y se define como aquella cirugía en la que participa un equipo multidisciplinar (traumatólogo, anestesiólogo, personal de enfermería, médico rehabilitador y fisioterapeuta), cuyos conceptos de tratamiento basados en la evidencia permiten que los pacientes se movilicen lo más rápido posible<sup>12</sup> y con pocas complicaciones<sup>13</sup>, siendo el paciente la parte más importante

del programa. Los principios importantes de este procedimiento se enumeran a continuación:

- El uso de ácido tranexámico: La terapia con ácido tranexámico en la artroplastia de rodilla reduce la pérdida de sangre y minimiza la necesidad de una transfusión sin aumentar el riesgo de trombosis o embolia<sup>14</sup>.
- Administración de corticoides tales como dexametasona (20 mg) o metilprednisolona (125 mg) consiguen efectos beneficiosos sin influir negativamente en la tasa de infección ni aumentar las complicaciones<sup>15</sup>.
- Se prescinde de la sonda urinaria, ya que se asocia con más complicaciones, una estancia hospitalaria más prolongada, mayores costos y una mayor tasa de reingreso en 30 días<sup>16</sup>.
- Cirugía con anestesia intradural y en MAZ se realiza sin isquemia, es decir, sin utilización de torniquete: la literatura actual ha demostrado que la no isquemia disminuye la pérdida sanguínea y también disminuye la inflamación postoperatoria<sup>17</sup> acortando el tiempo de operación y garantiza un mejor resultado de cementación.
- No hay drenaje intraarticular: Durante mucho tiempo y aún en la actualidad en algún procedimiento se sigue usando el catéter femoral como tratamiento del dolor después de la implantación de una prótesis de rodilla<sup>11</sup> que proporciona un buen tratamiento del dolor, pero no permite la movilización activa. En sustitución del drenaje se recomienda un tratamiento del dolor mediante terapia multimodal con infiltración local (LIA) de la cápsula y los tejidos blandos con anestésicos locales (un total de 170 ml de solución de ropivacaína al 0,2% a veces acompañado con adrenalina y anestésico local) y la colocación de un apósito determinado en quirófano acompañado de un vendaje compresivo<sup>18</sup>. Esto minimiza los cambios de apósito y, por lo tanto, la manipulación de la herida y el paciente puede ducharse sin problema el día después de la operación.
- Movilización precoz derivando en un alta temprana y que permite conseguir una recuperación más rápida y más eficaz que con el protocolo tradicional<sup>19</sup>: A las dos horas de la intervención el paciente ya realiza ejercicios activos y puede caminar con andador.

La movilización precoz promueve la autonomía del paciente, transmite de inmediato el éxito de la operación y como consecuencia quita miedos y preocupaciones<sup>20</sup> y actúa también como profilaxis eficaz de la trombosis<sup>21</sup>.

Una parte muy importante y clave de este programa es la información al paciente y por ello los pacientes candidatos al programa reciben una sesión informativa también llamada educación preoperatoria que tiene como objetivo mejorar el conocimiento y los resultados de salud de las personas<sup>22</sup>. La literatura reciente demuestra que ofrecer a los pacientes una sesión informativa acerca del protocolo a seguir antes de la cirugía consigue que éstos tengan menos ansiedad, un mejor control del dolor posoperatorio y una mejor comprensión de su cirugía<sup>23</sup> y los protocolos clínicos que incorporan ese programa de educación preoperatoria para el reemplazo de rodilla conducen a una menor duración de la estancia en el hospital<sup>24,25</sup> y a un menor coste sanitario<sup>26</sup>. En esa sesión informativa se abordan temas referentes al tipo de cirugía, la anestesia elegida, la medicación antes y después y se pautan y enseñan ejercicios para realizar en domicilio antes de la cirugía. Varios estudios afirman que los programas de entrenamiento preoperatorio mejoran los resultados postoperatorios en cuanto a dolor y función<sup>27,28</sup>. En estas sesiones está presente un familiar que hace las veces de "coach", y que en el domicilio será la persona que le animará y supervisará cada día los ejercicios y es fundamental para obtener los resultados exitosos después de la cirugía<sup>29</sup>. Se insiste en la importancia del paciente como centro del protocolo y se implica en su rehabilitación. Es importante utilizar un lenguaje sencillo para una comprensión óptima<sup>30</sup> y proporcionar material educativo sencillo con ilustraciones que ayudarán a esa mejor comprensión y minimizarán la ansiedad y mejorarán los resultados<sup>31</sup>.

Por otro lado, se sabe que inmediatamente después de la ATR aparecen reducciones de la fuerza muscular de hasta un 60%<sup>32</sup> que junto con la pérdida de masa muscular relacionada con la edad, aumenta el riesgo de discapacidad<sup>33</sup>. La fuerza y la función del cuádriceps es muy importante para asegurar el éxito de la intervención<sup>34</sup>. La evidencia muestra que los pacientes que van a someterse a una intervención de artroplastia de rodilla obtienen mejores resultados si antes de la cirugía fortalecen la musculatura de ambas piernas mediante un programa de ejercicios<sup>35</sup>. De hecho, se cree que la fuerza preoperatoria del cuádriceps es un fuerte predictor del rendimiento funcional un año después de la ATR<sup>36</sup>, así que recuperar la fuerza muscular es un objetivo importante para los cirujanos ortopédicos y los especialistas en rehabilitación<sup>37</sup>.

Por todo ello el propósito de este estudio es evaluar la efectividad de un programa sencillo y domiciliario de entrenamiento de fuerza pre y postoperatorio con bandas elásticas en pacientes a la espera de ATR. Se escogieron bandas elásticas por su facilidad de uso, accesibilidad y bajo coste<sup>38</sup>.

## Hipótesis

Se planteó la hipótesis de que un programa de ejercicios de fuerza específico con bandas elásticas realizado antes y después de la artroplastia de rodilla conduce a una mejora postoperatoria en comparación con el grupo control (que realiza los ejercicios establecidos en el protocolo actual).

## Material y método

### Diseño del estudio

Se realizó un ensayo controlado y aleatorizado para evaluar el postoperatorio y la eficacia de la intervención de un entrenamiento de fuerza con bandas elásticas en comparación con un grupo control de ejercicios de movilidad y ejercicios isométricos. La intervención tuvo lugar en el servicio de Traumatología, dentro del convenio que tiene MAZ con Seguridad Social. Aquellos pacientes con artrosis severa de rodilla grado 3 o muy severa grado 4 son propuestos para artroplastia, establecido de acuerdo a la clasificación radiográfica de Ahlback<sup>39,40</sup>.

Se obtuvo el Consentimiento informado de todos los pacientes y el estudio fue aprobado en primer lugar por el comité de ética del Hospital MAZ y por el Comité de Ética e Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA) con el C.I. PI21/220.

El tamaño de la muestra es de 48 pacientes por conveniencia (cirugías previstas a lo largo del tiempo que dura el estudio).

### Criterios de inclusión y exclusión

Se reclutan los pacientes que cumplen los criterios de inclusión en el protocolo de artroplastia de rodilla y son citados junto con un familiar-acompañante para acudir a una sesión informativa un mes antes de la intervención, en grupos de dos pacientes.

#### Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 65 años que van a ser operados de una ATR.
- Pacientes ASA (Sociedad americana de anestesiología) I (paciente sano), ASA II con una o varias patologías médicas compensadas (hipertensión arterial controlada, diabetes mellitus controlada, fumador, asma controlada, enfermedad pulmonar obstructiva crónica estabilizada, anemia crónica, obesidad, arritmia cardíaca con frecuencia ventricular media normal y con tratamiento antiagregante-anticoagulante) y ASA III (paciente con una o varias patologías médicas, siendo al menos una de ellas catalogada como descompensada, pero que dicha descompensación no signifique un riesgo para la vida).
- Que firmen el consentimiento informado propio del protocolo.

#### Criterios de exclusión

- Pacientes ASA IV (patología que supone una constante amenaza para su vida), ASA V (paciente moribundo que no se espera que sobreviva sin la cirugía por la que entra a quirófano) y ASA VI (muerte cerebral: donante de órganos).
- Menores de 65 años.
- Alergia a alguno de los fármacos propuestos a lo largo del protocolo o contraindicación para su administración: Ácido tranexámico, antiinflamatorios no esteroideos, paracetamol, inhibidores de la COX-2 (ciclooxigenasa), corticoides, tramadol, ropivacaína, pantoprazol, heparinas, anticoagulantes orales... aunque si estos fármacos pueden ser sustituidos por otros de efecto similar, sí podrán ser incluidos.

- Pacientes con anemia importante (hemoglobina inferior a 13 g/dl tanto en mujeres como en hombres) o con alteraciones de la coagulación (excepto las fármaco-inducidas por anticoagulantes orales).
- Negativa del paciente a participar en el estudio.
- Ausencia de soporte familiar.
- Participación simultánea en otro estudio.

## Aleatorización y cegamiento

Los pacientes elegidos fueron asignados aleatoriamente al grupo intervención o al grupo control al azar por pares, después de la parte teórica de la sesión informativa, con lanzamiento de moneda, de manera individualizada, siendo cara pertenecer al grupo control y cruz al grupo intervención. Los pacientes no fueron informados de pertenecer en uno u otro grupo. La única persona conocedora de la intervención fue la fisioterapeuta que era a la vez la investigadora.

## Procedimiento

Los pacientes junto con el familiar acompañante fueron citados a la sesión informativa un mes antes de la intervención, en grupos de dos, en el Hospital. La imparte el fisioterapeuta encargado del protocolo de rehabilitación junto con el traumatólogo y se realiza en la planta donde se hospitalizan las artroplastias permitiendo que el paciente se familiarice con el entorno. Se imparten en grupos favoreciendo la interacción con otros pacientes con la misma patología y se dispone de tiempo para preguntas y resolución de dudas.

Después de la sesión informativa, en la sala de rehabilitación, se completa la primera evaluación del estudio (T1), de manera individualizada y mediante entrevista a cargo del investigador.

- Datos demográficos: Sexo, edad, peso y talla, calculando el posterior IMC (índice de masa corporal).
- Cuestionario WOMAC (*western Ontario and McMaster Universities*)<sup>41</sup> para determinar el grado de dolor, rigidez e incapacidad funcional que tiene el paciente, valorado en una escala del 0 al 4 donde 0 es ninguno (ausencia de dolor, de incapacidad funcional y de rigidez) y el 4 es muchísimo (dolor muy severo, rigidez muy severa e incapacidad muy severa). En total, la puntuación WOMAC total la máxima es de 96 puntos considerando los 24 ítems.
- Test de cribado de fragilidad con la *Short Physical Performance Battery* (SPPB) que es una de las pruebas estrella para valorar capacidad funcional y la fragilidad en personas de edad avanzada. La fragilidad se relaciona con la discapacidad, con el riesgo de caídas y con la aparición de enfermedades y será vital conocer esta herramienta para detectar y clasificar a estas personas<sup>42,43</sup>. Son tres sencillas pruebas: equilibrio, sentarse y levantarse y velocidad de la marcha. Según la puntuación obtenida tendremos un grado u otro de fragilidad, a menor puntuación en el SPPB mayor riesgo de sufrir situaciones adversas (de 0-3 grandes limitaciones, de 4-6 limitación moderada o pre-frágil, de 7-9 limitación leve o frágil y de 10-12 sin limitación o autónomo).
- Fuerza de prensión de la mano (*handgrip*) mediante dinamómetro manual (modelo T.K.K. 5001 GRIP-A, Tokyo, Japón) considerado entre los dinamómetros manuales que tiene una mayor validez y reproductibilidad<sup>44</sup>. Se realiza tanto en extremidad dominante como

no dominante. El paciente permanece de pie con brazo estirado y hombro a 45° de abducción. Cada paciente realiza la prueba dos veces, manteniendo la presión dos segundos y dejando un minuto de descanso entre las medidas, con la posición de apertura del dinamómetro de 5 cm tanto en hombres como en mujeres<sup>45</sup>. Se registró el mejor dato, medido en kilogramos, comenzando con la mano dominante.

- Perímetro de muslo: con el paciente sentado en camilla, rodilla estirada y al descubierto, a 10 cm de la rótula<sup>46</sup>. La medición se realiza en las dos extremidades.

La segunda evaluación (T2) se realiza a los 15 días posteriores a la cirugía, antes de la retirada de las grapas de la herida postquirúrgica; se toman los mismos datos y en las mismas condiciones que T1. La prueba de velocidad de la marcha de 3 metros se efectúa sin bastones.

La tercera evaluación (T3) se obtiene al mes de la intervención aproximadamente; se revisa la herida y se evalúa de la misma forma que en T1 y T2.

Todas las evaluaciones se realizan en la misma sala, con el mismo procedimiento (cronómetro iPhone SE) y por parte del mismo evaluador y a la misma hora.

## Intervención

En la sesión educativa se informa a los pacientes y a los acompañantes acerca del protocolo a seguir. Se comienza con las presentaciones del equipo médico y se abordan temas referentes a la estancia en el hospital, la cirugía, el tipo de anestesia, el cuidado de las heridas en domicilio, el manejo del dolor postoperatorio, entrenamiento acerca de las transferencias, evolución de la marcha tras la cirugía (con andador el día de la cirugía, con bastones el día siguiente) y cómo subir y bajar escaleras. En último lugar el fisioterapeuta enseña los ejercicios (investigadora) y es cuando se integran los dos grupos de estudio, el grupo control y el grupo intervención.

Tanto grupo control como grupo intervención reciben la misma información y sólo varía el pertenecer a uno u otro grupo los ejercicios a realizar.

### Intervención en Grupo control

Se explican y se hacen ejercicios encaminados a mantener rangos articulares y tono muscular:

- Tumbado en decúbito supino: flexión y extensión de la rodilla, flexión y extensión de pie, flexión de cadera 45°, isométrico de cuádriceps.
- Sentado: flexión y extensión activa de rodilla.
- De pie: flexión y extensión activa de rodilla.

Todos los ejercicios se hacen despacio y sin que aparezca dolor y siguiendo el protocolo y se le pide al paciente que debe realizar 10 repeticiones cada ejercicio dos veces al día. Después de la intervención, y ya con la prótesis, se le recuerda al paciente que deberá realizar los ejercicios de la misma manera.

### Intervención en Grupo intervención

Se enseñan, realizan y supervisan los mismos ejercicios que el grupo control y se añaden otros ejercicios con banda elástica resistencia media (color rojo, Theraband®<sup>47,48</sup>) para trabajar la fuerza muscular:

- En posición de decúbito supino con gomas en tobillos: flexión de cadera con rodilla estirada, abducción y extensión de rodilla con flexión de cadera y rodilla.
- Sentado con gomas en tobillos: extensión de rodilla.
- De pie con gomas en tobillos: flexión, abducción y extensión de cadera.

Estos ejercicios se repiten 2 veces al día, manteniendo la contracción muscular dos segundos, despacio y sin dolor, 10 repeticiones las dos primeras semanas y se aumentan a 15 repeticiones las posteriores semanas hasta el día de la cirugía; al alta hospitalaria después de la cirugía se siguen realizando en domicilio, 15 repeticiones, dos veces al día. La banda elástica es de un metro de longitud que se le proporciona a cada paciente anudada y preparada para realizar correctamente los ejercicios.

En ambos grupos y bajo la supervisión del fisioterapeuta, el paciente aprende los ejercicios para realizar en domicilio. Dado la edad de los pacientes (son todos mayores de 65 años), el familiar acompañante es parte fundamental del proceso puesto que será el que supervisará y vigilará su correcta ejecución. Se insiste que el familiar que acude a la sesión informativa sea el mismo que acompaña en el hospital en el momento de la cirugía y en domicilio.

Se proporciona a los participantes dos trípticos, uno con toda la información de la sesión y otro con los ejercicios descritos detalladamente. La finalidad es que el paciente tenga claro y se comprometa a realizar los ejercicios que le corresponden antes de la intervención y también después de la cirugía. Se insiste en la importancia de hacer los ejercicios y animar a ejecutarlos de la manera correcta y así el paciente se implica más en su rehabilitación.

El día de la cirugía, el fisioterapeuta llevará a cabo la rehabilitación del paciente los dos días de ingreso hospitalario según protocolo. Al alta hospitalaria se recuerda al paciente en los dos grupos que debe seguir haciendo los ejercicios de la manera pautada en la sesión preoperatoria.

A los 15 días de la cirugía y antes de la retirada de grapas se repite el cuestionario WOMAC, la prueba de fragilidad SPPB, *handgrip*, perímetro de rodilla y peso del paciente.

Al mes de la cirugía y aprovechando que el paciente acude a consulta para el alta se vuelven a realizar todas las pruebas y mediciones. En las dos ocasiones se realiza un control de las sesiones de rehabilitación que han seguido en domicilio.

Todas las evaluaciones, la inicial en la sesión informativa (T1), a los 15 días (T2) y a los 30 días (T3) postcirugía se realizaron en la misma sala y por la misma persona (investigador) y a la misma hora.

## Análisis estadístico

Las características demográficas se informaron como frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas y como media con desviación estándar para las continuas. En primer lugar, se confirmaron la normalidad de las variables cuantitativas mediante la prueba de *Shapiro-Wilk*. Para valorar si hay diferencias significativas entre los grupos al inicio de la intervención se realizó la prueba T de *Student* o la prueba de *Wilcoxon*. Para la única variable categórica (sexo) se utilizó chi cuadrado.

Para el análisis de los datos inter e intragrupo de los resultados de los datos con distribución normal, se utilizó la prueba de ANOVA de medidas repetidas con la prueba *post hoc* de *Bonferroni*. Para el

análisis de los datos con distribución no normal se utilizó el test de U de *Mann-Whitney* para el análisis Inter grupo y la prueba de *Wilcoxon* para el análisis intragrupo.

Todos los datos se analizaron utilizando el *software* estadístico SPSS versión 20 y fueron llevados a cabo por parte de la investigadora.

## Resultados

### Características basales de los participantes

En total se incluyeron 48 participantes en el estudio que fueron asignados aleatoriamente en dos grupos, grupo intervención y grupo control. Dos pacientes fueron excluidos de la cirugía por presentar problemas cardíacos incompatibles con los criterios de inclusión; los dos correspondían al grupo control.

La Tabla 1 representa los datos demográficos de los pacientes y se observa que las características de inicio de ambos grupos fueron similares.

### Medidas de resultado

La Tabla 2 nos muestra las medidas iniciales de todas las pruebas realizadas: Las puntuaciones del cuestionario WOMAC en su totalidad y en los tres apartados y las puntuaciones registradas en las pruebas de cribado SPPB. En último lugar, las mediciones de fuerza manual y perímetro de muslo.

Tabla 1. Características iniciales.

	Grupo control N=22	Grupo intervención N=24	P valor
Sexo	50% hombres	45,8% hombres	0,777
Edad	73,27 ± 6,56	70,96 ± 0,985	0,108
IMC	32,42 ± 4,25	30,58 ± 0,353	0,096

IMC: índice de masa corporal.

Tabla 2. Medidas iniciales.

	Grupo control N=22	Grupo intervención N=24	P valor
WOMAC total	65,54 ± 8,59	60,75 ± 8,41	0,774
W dolor	12,22 ± 2,58	11,41 ± 2,06	0,108
W rigidez	5,13 ± 1,75	5,54 ± 1,02	0,472
W CAP FUN	48,18 ± 6,3	43,79 ± 7,79	0,472
SPPB total	4,86 ± 1,49	5,91 ± 1,97	0,208
	PREFRÁGIL	FRÁGIL	
SPPB EQ	2,36 ± 0,72	2,29 ± 0,76	0,392
SPPB SL	1,68 ± 0,56	1,8 ± 0,76	0,393
SPPB VM	0,86 ± 0,351	1 ± 0,3	0,16
HANDGRIP ED	25,64 ± 9	26,58 ± 11,32	0,986
HANDGRIP END	23,73 ± 8,8	24,84 ± 11,63	0,72
PERIMETRO EP	51,55 ± 4,89	51,33 ± 4,68	0,881
PERÍMETRO ENP	51,73 ± 4,76	51,29 ± 4,61	0,754

W: WOMAC; CAPFUN: Capacidad funcional; EQ: Equilibrio; SL: Sentarse y levantarse; VM: Velocidad marcha; ED: Extremidad dominante; END: Extremidad no dominante; EP: Extremidad protetizada; ENP: Extremidad no protetizada.

No existen diferencias estadísticamente significativas al inicio del estudio ( $p > 0,05$ ) y por lo tanto estamos ante dos grupos que inicialmente son similares en cuanto a capacidad funcional, fragilidad, fuerza y estado general.

Como resultados del análisis entre grupos, analizamos los resultados en cuanto a cuestionario WOMAC y test de fragilidad en la Tabla 3 y "handgrip", perímetro del muslo y IMC en la Tabla 4.

En el cuestionario WOMAC se observan diferencias estadísticamente significativas en todas las variables con  $p < 0,001$ , tanto en el registro de los 15 días (T2) posteriores a la cirugía como en los 30 días (T3).

En los resultados de los test para valorar la fragilidad observamos que en el test de equilibrio no hay diferencias significativas en cuanto a la medición segunda y tercera, en el test de sentarse y levantarse existe diferencia significativa a los 15 días de la cirugía mientras que a los 30

**Tabla 3. Resultados intergrupos variable WOMAC y SPPB.**

Variable	Grupo	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T1
WOMAC dolor	GI	11,41 ± 2,06	3,21 ± 2,08	1,21 ± 1,38		
	GC	12,22 ± 2,58	6,36 ± 3,12	3,13 ± 2,45	<0,001**	0,002**
	DIF	-0,81	-3,15	-1,92		
WOMAC rigidez	GI	5,54 ± 1,02	2,29 ± 1,12	1,17 ± 0,76		
	GC	5,13 ± 1,75	3,68 ± 1,04	2,05 ± 1,29	0,001**	0,008**
	DIF	-0,41	-1,39	-0,88		
WOMAC CAPFUN	GI	43,79 ± 7,79	13,54 ± 5,61	5,75 ± 3,09		
	GC	48,18 ± 6,30	27,27 ± 7,30	16,4 ± 10,32	<0,001*	<0,001*
	DIF	-4,39	-13,73	-10,65		
WOMAC total	GI	60,75 ± 8,41	19,04 ± 8,02	8,13 ± 3,87		
	GC	65,54 ± 8,59	37,31 ± 9,77	21,59 ± 13,22	<0,001*	<0,001*
	DIF	-4,79	-18,27	-13,46		
SPPB EQ	GI	2,29 ± 0,76	3,50 ± 0,59	3,83 ± 0,38		
	GC	2,36 ± 0,72	3,18 ± 0,73	3,77 ± 0,52	0,133**	0,841**
SPPB SL	GI	1 ± 0,30	1,92 ± 0,65	3,38 ± 0,92		
	GC	0,86 ± 0,35	1,36 ± 0,49	2,55 ± 1,10	0,004**	0,008**
SPPB VM	GI	1,80 ± 0,76	3,46 ± 0,93	3,79 ± 0,51		
	GC	1,68 ± 0,56	2,64 ± 0,95	3,50 ± 0,80	0,002**	0,190**
SPPB total	GI	5,91 ± 1,97	8,87 ± 1,62	11 ± 1,50		
	GC	4,86 ± 1,48	7,18 ± 1,70	9,91 ± 1,70	0,001*	0,016*

GI: Grupo intervención; GC: Grupo control; CAPFUN: Capacidad funcional; EQ: Equilibrio; SL: Sentarse y levantarse; VM: Velocidad marcha; DIF: Diferencia entre grupos.

\*ANOVA de medidas repetidas.

\*\* Prueba U de Mann-Whitney para distribuciones paramétricas.

**Tabla 4. Resultados intergrupos, variable "handgrip", perímetro muslo e IMC.**

Variable	Grupo	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T1
HANDGRIP ED	GI	26,58 ± 11,32	27,37 ± 10,85	27,87 ± 10,70		
	GC	25,64 ± 9	26,90 ± 8,60	27,04 ± 8,74	0,40*	0,15*
HANDGRIP END	GI	24,84 ± 11,63	24,95 ± 10,55	25,62 ± 10,67		
	GC	23,73 ± 8,8	23 ± 9,64	24,81 ± 9,10	1*	0,063*
Perímetro EP	GI	51,33 ± 4,68	51,64 ± 4,86	51,72 ± 4,94		
	GC	51,55 ± 4,89	51,70 ± 4,87	51,77 ± 4,98	0,180*	0,064*
Perímetro ENP	GI	51,29 ± 4,61	51,47 ± 5,02	51,70 ± 4,83		
	GC	51,73 ± 4,76	52,18 ± 5,05	52 ± 5,09	0,151*	0,015*
IMC	GI	30,58 ± 3,23	30,37 ± 3,11	30,22 ± 3,03		
	GC	32,42 ± 4,08	32,26 ± 3,99	32,16 ± 3,92	0,079*	0,067*

ED: Extremidad dominante; END: Extremidad no dominante; EP: Extremidad con prótesis; ENP: Extremidad sin prótesis; IMC: Índice de masa corporal.

\*ANOVA de medidas repetidas

**Tabla 5. Intragrupo grupo intervención.**

Variable	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T2	T3-T1
WOMAC dolor	11,41 ± 2,06	3,21 ± 2,08	1,21 ± 1,38	0,001	0,018	<0,001
WOMAC rigidez	5,54 ± 1,02	2,29 ± 1,12	1,17 ± 0,76	<0,001	0,023	<0,001
WOMAC CAPFUNC	43,79 ± 7,79	13,54 ± 5,61	5,75 ± 3,09	0,001	<0,001	0,001
WOMAC total	60,75 ± 8,41	19,04 ± 8,02	8,13 ± 3,87	<0,001	<0,001	<0,001
SPPB EQ	2,29 ± 0,76	3,50 ± 0,59	3,83 ± 0,38	<0,001	0,745	<0,001
SPPB SL	1 ± 0,30	1,92 ± 0,65	3,38 ± 0,92	0,012	0,003	<0,001
SPPB VM	1,80 ± 0,76	3,46 ± 0,93	3,79 ± 0,51	<0,001	0,582	<0,001
SPPB total	5,91 ± 1,97	8,87 ± 1,62	11 ± 1,50	<0,001	<0,001	<0,001

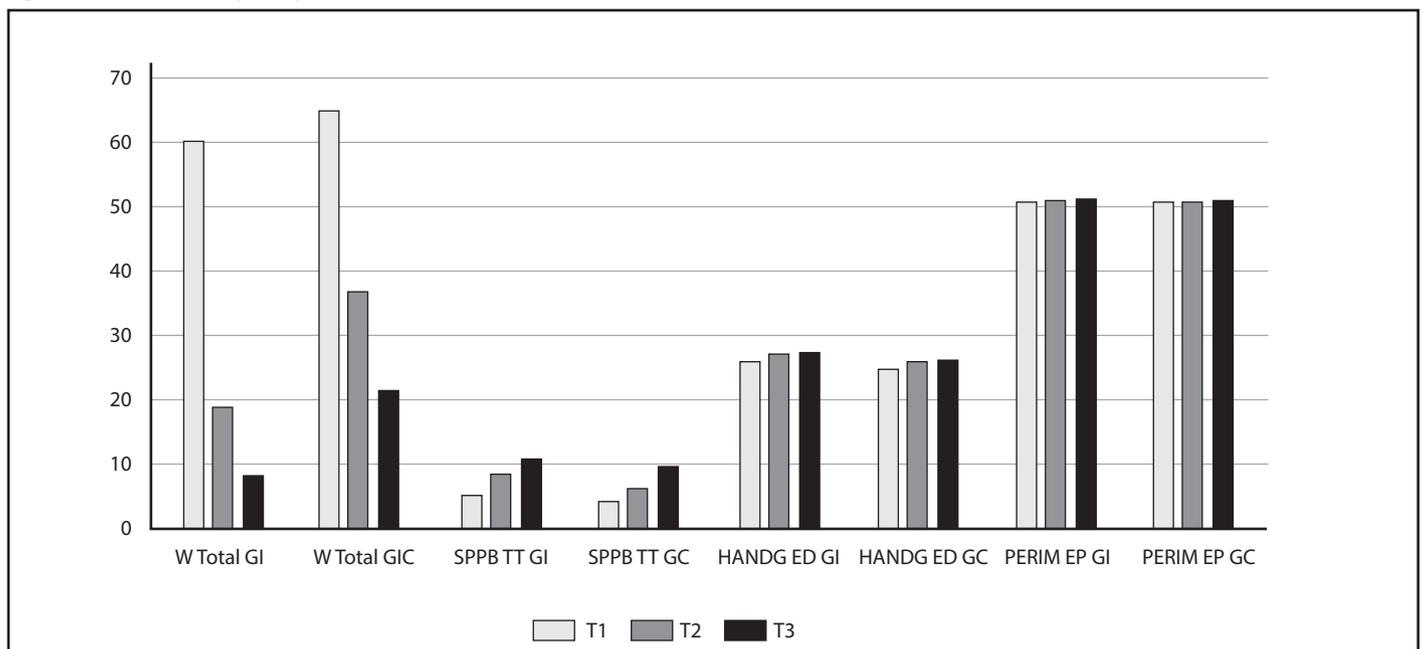
CAPFUN: Capacidad funcional; EQ: Equilibrio; SL: Sentarse y levantarse; VM: Velocidad de marcha.

**Tabla 6. Intragrupo grupo control.**

Variable	T1	T2	T3	T2-T1	T3-T2	T3-T1
WOMAC dolor	12,22 ± 2,58	6,36 ± 3,12	3,13 ± 2,45	<0,001	<0,001	<0,001
WOMAC rigidez	5,13 ± 1,75	3,68 ± 1,04	2,05 ± 1,29	0,031	0,016	<0,001
WOMAC CAPFUNC	48,18 ± 6,30	27,27 ± 7,30	16,4 ± 10,32	<0,001	<0,001	<0,001
WOMAC total	65,54 ± 8,54	37,31 ± 7,77	21,59 ± 13,22	<0,001	<0,001	<0,001
SPPB EQ	2,36 ± 0,72	3,18 ± 0,73	3,77 ± 0,52	0,016	0,104	<0,001
SPPB SL	0,86 ± 0,35	1,36 ± 0,49	2,55 ± 1,10	0,179	0,008	<0,001
SPPB VM	1,68 ± 0,56	2,64 ± 0,95	3,50 ± 0,80	0,010	0,010	<0,001
SPPB total	4,86 ± 1,48	7,18 ± 1,70	9,91 ± 1,70	<0,001	<0,001	<0,001

CAPFUN: Capacidad funcional; EQ: Equilibrio; SL: Sentarse y levantarse; VM: Velocidad de marcha.

**Figura 1. Valores de las principales variables en las tres mediciones.**



W: WOMAC; GI: Grupo intervención; GC: Grupo control; TT: Total; HANDG: Handgrip; ED: Extremidad dominante; PERIM: Perímetro del muslo; EP: Extremidad con prótesis; T1: Valoración inicial; T2 y T3: Segunda y tercera valoración.

no, al igual que en la prueba de velocidad de marcha de 3 metros; en cambio, la puntuación total que es lo que marca la existencia o no de fragilidad aparece con una valoración inicial de "frágil", con una valoración de "prefrágil" en T2 para acabar con la valoración de "autónomo" en la última medición al mes de la cirugía (aproximadamente dos meses desde la valoración inicial) siendo las puntuaciones estadísticamente significativas con una  $p < 0,001$ .

En cuanto a los resultados entre los grupos referentes a "handgrip", perímetro de muslo e IMC no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguna de sus variables (Tabla 4)

Los resultados de las valoraciones intragrupo se muestran en las Tablas 5 y 6 observando mejoras estadísticamente significativas en ambos grupos.

Por último, en la Figura 1 se muestran gráficamente la evolución de las principales variables en las tres mediciones.

## Conclusiones

La realización de un programa de ejercicios pre y postoperatorio de ATR con bandas elásticas es eficaz para disminuir dolor y rigidez, para mejorar su capacidad funcional, equilibrio y velocidad de la marcha y por lo tanto su autonomía y calidad de vida.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

## Bibliografía

- Figuerola D, Calvo R, Villalón I, Tuca MJ, Vaisman A, Valdés M. Clinical factors and findings in knee arthroscopy of patients with knee arthrosis candidates for conversion to total replacement. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2013;57:263–7.
- Winter CC, Brandes M, Müller C, Schubert T, Ringling M, Hillmann A, et al. Walking ability during daily life in patients with osteoarthritis of the knee or the hip and lumbar spinal stenosis: a cross sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11:233.
- Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME. Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population. *J Rheumatol*. 2000;27:1745–52.
- Carr AJ, Robertsson O, Graves S, Price AJ, Arden NK, Judge A, et al. Knee replacement. *Lancet*. 2012;379:1331–40.
- Lütznier J, Hübel U, Kirschner S, Günther K-P, Krummenauer F. Long-term results in total knee arthroplasty. A meta-analysis of revision rates and functional outcome. *Chirurg*. 2011;82:618–24.
- Meding JB, Meding LK, Ritter MA, Keating EM. Pain relief and functional improvement remain 20 years after knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:144–9.
- Sánchez Ruiz E, Solans Domènech ME. Informes de evaluación de tecnologías sanitarias. *Inf Evaluación Tecnol Sanit Minist Sanidad, Serv Soc e Igual*. 2014;
- López-Liria R, Vega-Ramírez F, Catalán-Matamoros D, Padilla Góngora D, Martínez-Cortés M, Mesa-Ruiz A. Home care rehabilitation and physiotherapy in knee prosthesis. *An Sist Sanit Navar*. 2012;35:99–113.
- Ortega Andreu M, Barco Laako R, Rodríguez Merchán EC. Artroplastia total de rodilla. *Rev Ortop y Traumatol*. 2002;46:476–84.
- Fernandez Fairén M, Llopis R, Rodríguez A. El registro español de artroplastias. *Rev Ortop y Traumatol*. 2014;58:325–6.
- Kehlet H, Thienpont E. Fast-track knee arthroplasty: status and future challenges. *J Knee Surg*. 2013;20:29–33.
- Molko S, Dasí-Sola M, Marco F, Combalia A. Clinical practices for primary hip and knee arthroplasties in Spain: A national study. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2019;63:408–15.
- Clarius M, Nöth U. Fast-Track-Endoprothetik. *Orthopade*. 2020;49:289.
- Kim TK, Chang CB, Koh JJ. Practical issues for the use of tranexamic acid in total knee arthroplasty: A systematic review. *Knee Surg, Sport Traumatol Arthrosc*. 2014;22:1849–58.
- De Oliveira GSJ, Almeida MD, Benzon HT, McCarthy RJ. Perioperative single dose systemic dexamethasone for postoperative pain: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesiology*. 2011;115:575–88.
- Loftus T, Agee C, Jaffe R, Tao J, Jacobsy DJ. A simplified pathway for total knee arthroplasty improves outcomes. *J Knee Surg*. 2014;27(3):221–8.
- Charoencholvanich K, Siriwananaskul P. Tranexamic acid reduces blood loss and blood transfusion after TKA: a prospective randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:2874–80.
- Andersen LØ, Husted H, Otte KS, Kristensen BB, Kehlet H. A compression bandage improves local infiltration analgesia in total knee arthroplasty. *Acta Orthop*. 2008;79:806–11.
- Gromov K, Kristensen BB, Jørgensen CC, Hansen TB, Kehlet H, Husted H. Fast-track total knee arthroplasty. *Ugeskrift for læger*. 2017. 179: 38–42.
- Busch CA, Shore BJ, Bhandari R, Ganapathy S, MacDonald SJ, Bourne RB, et al. Efficacy of periarticular multimodal drug injection in total knee arthroplasty. A randomized trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:959–63.
- Jørgensen CC, Jacobsen MK, Soeballe K, Hansen TB, Husted H, Kjærsgaard-Andersen P, et al. Thromboprophylaxis only during hospitalisation in fast-track hip and knee arthroplasty, a prospective cohort study. *BMJ Open*. 2013;3:12–4.
- McDonald S, Page MJ, Beringer K, Wasiaik J, Sprowson A. Preoperative education for hip or knee replacement (review). Cochrane database of systematic reviews in the Cochrane collaboration. Published by John Wiley & Sons. 2015 p.19.
- Edwards PK, Mears SC, Lowry Barnes C. Preoperative education for hip and knee replacement: Never stop learning. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2017;10:356–64.
- Crowe J, Henderson J. Pre-arthroplasty rehabilitation is effective in reducing hospital stay. *Can J Occup Ther*. 2003;70:88–96.
- Chen H, Li S, Ruan T, Liu L, Fang L. Is it necessary to perform prehabilitation exercise for patients undergoing total knee arthroplasty: meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Sportsmed*. 2018;46:36–43.
- Huang S-W, Chen P-H, Chou Y-H. Effects of a preoperative simplified home rehabilitation education program on length of stay of total knee arthroplasty patients. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98:259–64.
- Wang L, Lee M, Zhang Z, Moodie J, Cheng D, Martin J. Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2016;6:1–15.
- Topp R, Swank AM, Quesada PM, Nyland J, Malkani A. The effect of prehabilitation exercise on strength and functioning after total knee arthroplasty. *PM&R*. 2009;1:729–35.
- Theiss MM, Ellison MW, Tea CG, Warner JF, Silver RM, Murphy VJ. The connection between strong social support and joint replacement outcomes. *Orthopedics*. 2011;34:357.
- Paige SR, Black DR, Mattson M, Coster DC, Stellefson M. Plain language to communicate physical activity information: A Website Content Analysis. *Health Promot Pract*. 2019;20:363–71.
- Safeer RS, Keenan J. Health literacy: The gap between physicians and patients. *Am Fam Physician*. 2005;72:463–8.
- Tsukada Y, Matsuse H, Shinozaki N, Takano Y, Nago T, Shiba N. Combined application of electrically stimulated antagonist muscle contraction and volitional muscle contraction prevents muscle strength weakness and promotes physical function recovery after total knee arthroplasty: A randomized controlled trial. *Kurume Med J*. 2018;65:145–54.
- Volpi E, Nazemi R, Fujita S. Muscle tissue changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2004;7:405–10.
- Greene KA, Schurman JR 2nd. Quadriceps muscle function in primary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2008;23:15–19.
- Calatayud J, Casaña J, Ezzatvar Y, Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen LL. High-intensity preoperative training improves physical and functional recovery in the early post-operative periods after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:2864–72.
- Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *J Rheumatol*. 2005;32:1533–9.
- Saleh KJ, Lee LW, Gandhi R, Ingersoll CD, Mahomed NN, Sheibani-Rad S, et al. Quadriceps strength in relation to total knee arthroplasty outcomes. *Instr Course Lect*. 2010;59:119–30.
- Guex K, Daucourt C, Borloz S. Validity and reliability of maximal-strength assessment of knee flexors and extensors using elastic bands. *J Sport Rehabil*. 2015;24:151–5.

39. Ojeda C, Delgado A, Macule F. Patología degenerativa de la rodilla. Artroplastia de rodilla. *Cir Ortop Traumatol*. 2012;664–76.
40. Rodrigo A, Rueda C, Reina AE, Antonio C, Fernández C. *Artrosis de rodilla y alternativas de tratamiento*. Capítulo 81 en Manual SECOT. 2014;388–91.
41. Baron G, Tubach F, Ravaud P, Logeart I, Dougados M. Validation of a short form of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index function subscale in hip and knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2007;57:633–8.
42. Lauretani F, Ticinesi A, Gionti L, Prati B, Nouvenne A, Tana C, et al. Short-Physical performance battery (SPPB) score is associated with falls in older outpatients. *Aging Clin Exp Res*. 2019;31:1435–42.
43. Pavasini R, Guralnik J, Brown JC, di Bari M, Cesari M, Landi F, et al. Short physical performance battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2016;14:215.
44. España-Romero V, Ortega FB, Vicente-Rodríguez G, Artero EG, Rey JP, Ruiz JR. Elbow position affects handgrip strength in adolescents: validity and reliability of Jamar, DynEx, and TKK dynamometers. *J strength Cond Res*. 2010;24:272–7.
45. Oteo JA, Benavente P, Garzón M. Valores normativos de la fuerza de puño en la población española en edad laboral. Influencia de las variables antropométricas de la mano y el antebrazo. *Rev Iberoam Cirugía la Mano*. 2015;43:104–10.
46. Medina FS. Metodología y fiabilidad de la medición del perímetro de muslo. *Act Física y Desarro Hum*. 2013;4:150–4.
47. Page PA, Labbe A, Topp R V. Clinical force production of thera-band elastic bands. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2000;30:47–48.
48. Bandas de resistencia Thera-Band Biolaster. Consultado 20/09/23 disponible en <https://www.biolaster.com/productos/banda-de-resistencia-thera-band/>