

## FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA DE CUÁDRICEPS E ISQUIOTIBIALES Y FUNCIONALIDAD LUEGO DE LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA

ALEJANDRO GORMAZ-VELOSO<sup>1</sup>, RODRIGO MUÑOZ-COFRÉ<sup>1,2</sup>, WILLIAM CANTILLANA LERMANDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital El Carmen de Maipú, Santiago, Chile,

<sup>2</sup>Posdoctorado en Ciencias Morfológicas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

**Resumen** La gonartrosis es una enfermedad de alta prevalencia en adultos mayores. El objetivo de esta investigación fue identificar los cambios en la fuerza muscular del cuádriceps y su efecto en la funcionalidad de los pacientes operados de artroplastia total de rodilla (ATR) sometidos a kinesiterapia en el Hospital El Carmen de Maipú (HEC). A todos los operados de ATR se les midió, pre y post intervención, fuerza isométrica máxima (FIM), *Time Up and Go*, test de pararse y sentarse, apoyo unipodal y la escala WOMAC. La FIM de la rodilla operada y la no operada, es mayor en flexión y extensión al comparar ambos géneros ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente). En el *up and go* y la prueba pararse y sentarse el rendimiento fue significativamente superior para el género masculino en relación al femenino ( $p = 0.001$ ;  $p = 0.007$ , respectivamente). En el WOMAC, existieron diferencias significativas pre y post intervención en hombres y mujeres ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente). Los pacientes con un índice de masa corporal (IMC)  $> 30 \text{ kg/m}^2$  tienen 3 veces menos posibilidades [OR = -3.498; IC (0.062-1.067)] de permanecer en tratamiento en un plazo menor a 50 días. Por otra parte, las lesiones en la rodilla no dominante (izquierda) tiene 4 veces más posibilidades de tratamiento inferior a 50 días [(OR = 2.71; IC (1.000-16.252)]. Existió un aumento de la FIM de la rodilla tratada post intervención, en ambos géneros. La funcionalidad aumentó en hombres y mujeres, posterior a la intervención.

**Palabras clave:** fuerza isométrica máxima, funcionalidad, artroplastia total de rodilla

**Abstract** *Maximum isometric force of the quadriceps and hamstrings and functionality after total knee arthroplasty.* Gonarthrosis is a highly prevalent disease in older adults. The objective of this research was to identify changes in quadriceps muscle strength and their impact on the functionality of total knee replacement (TKA) operated patients undergoing kinesitherapy at Hospital El Carmen de Maipú (HEC). All TKA operated patients were measured, pre and post intervention, maximum isometric strength (MIF), Time Up and Go, Standing and sitting test, Unipodal support and the WOMAC scale. The operated and contralateral MIF is higher in flexion and extension when comparing both genders ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectively). In the up and go and the standing and sitting test, performance was significantly higher for males than for females ( $p = 0.001$ ;  $p = 0.007$ , respectively). In the WOMAC, there were significant differences before and after the intervention in men and women ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectively). Patients with a body mass index (BMI)  $> 30 \text{ kg/m}^2$  are 3 times less likely [OR = -3.498; CI (0.062-1.067)] to receive treatment in a period of less than 50 days. On the other hand, injuries to the non-dominant (left) knee have a 4 times greater chance of stay in treatment in less than 50 days [(OR = 2.71; CI (1.000-16.252)]. There was an increase in MIF of the knee treated post-intervention, in both genders. Functionality increased in men and women, after the intervention.

**Key words:** maximal isometric strength, functionality, total knee replacement

**PUNTOS CLAVE**  
**Conocimiento actual**

- La gonartrosis es una afección de alta prevalencia en adultos mayores, se caracteriza por pérdida progresiva de la potencia muscular y funcionalidad del individuo.

**Contribución del artículo al conocimiento actual**

- Existe un comportamiento inverso entre la fuerza isométrica máxima y el puntaje de la escala WOMAC. Además, los pacientes obesos tienen riesgo de un proceso de tratamiento superior a 50 días, respecto a quienes presentan un índice de masa corporal normal o con sobrepeso.

La gonartrosis es una enfermedad de alta prevalencia en adultos mayores, se caracteriza por la degeneración progresiva del cartílago articular de la rodilla, resultando en una disminución del espacio articular, dolor, rigidez matutina y pérdida progresiva de la potencia muscular, hechos que repercuten sobre la funcionalidad del individuo<sup>1</sup>. Los factores de riesgo asociados son la edad (> 50 años), alteración biomecánica, el índice de masa corporal (IMC) y la genética, en donde la edad es el principal factor. El diagnóstico es clínico y a través de exámenes complementarios, principalmente radiografía, en el cual se identifica una disminución del espacio articular, formación de osteofitos, esclerosis ósea subcondral y cambios quísticos<sup>2</sup>.

La artroplastia total de rodilla (ATR) es la cirugía de reemplazo articular de rodilla, ya sea unicompartmental

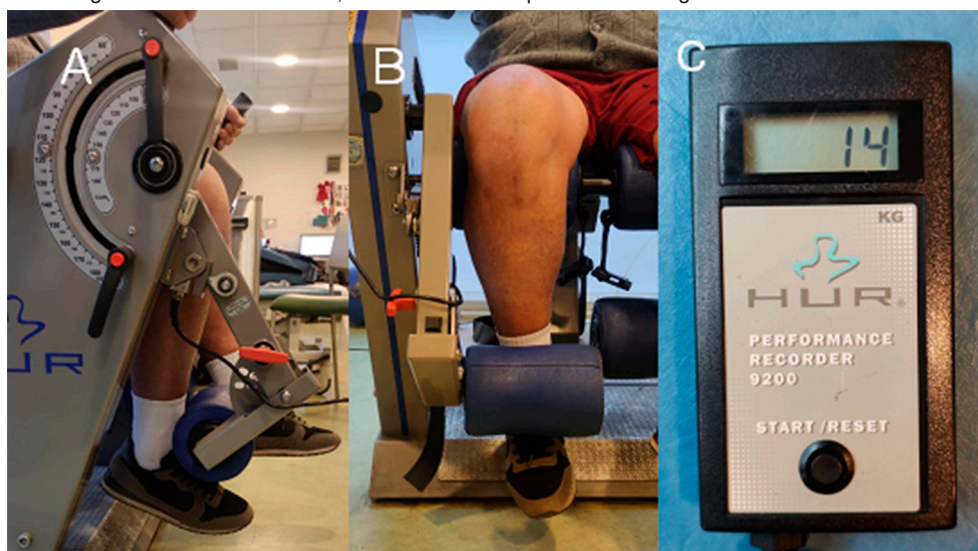
o total. Por sus buenos resultados, es el estándar en el tratamiento de la artrosis de rodilla (AR) moderada a grave y tiene como objetivo principal mejorar el dolor y la función de la misma<sup>3</sup>. A pesar de los resultados positivos, la fuerza en la extensión de rodilla se reduce en un 80% después de la cirugía, hecho que puede persistir varios meses posterior a la intervención, sin embargo, ya sea a corto o largo plazo (posterior a 6 meses) los pacientes sometidos a ATR refieren mejor calidad de vida, asociado a menor dolor y mayor funcionalidad<sup>4</sup>.

La ATR puede ser unicompartmental, bicompartimental o tricompartmental, a las dos últimas se les denomina prótesis totales. “En detalle, la incisión es por la cara anterior de la rodilla de unos 8 a 15 cm, alterando el mecanismo extensor, debido a una inhibición muscular refleja”<sup>5</sup>. Así la fuerza de los músculos flexo-extensores de rodilla influenciada por la sarcopenia y disfunción articular, puede aumentar la disminución de la movilidad e independencia características de la AR<sup>6</sup>.

Existen varios test diseñados para medir distintos tipos de fuerza, como la fuerza absoluta, la fuerza máxima, fuerza máxima dinámica, la fuerza explosiva, la fuerza límite, etc. Dentro de éstas se puede medir la fuerza máxima mediante una contracción isométrica. Esto consiste en realizar una activación muscular voluntaria máxima contra una resistencia insalvable<sup>7</sup> a través de dinamómetros, tensiómetros de cable y celdillas de carga (Fig. 1).

La mayor cantidad de pérdida de fuerza y rendimiento funcional ocurre en el primer mes después de una ATR situación que puede llevar a un aumento del riesgo de caída y, por lo tanto, el inicio temprano de ejercicios de

Fig. 1.- Evaluación de la fuerza isométrica máxima (FIM) de la musculatura extensora de rodilla. A: plano sagital, se observa 90° de flexión de rodilla y la ubicación del soporte conectado al dinamómetro. B: plano frontal para la evaluación, el paciente se ubica sedente con la articulación de rodilla en 90° de flexión, quedando la almohadilla por delante del tercio distal de la tibia. C: dinamómetro de registro de la FIM obtenida, el resultado es expresado en kilogramos



fortalecimiento. podrían disminuir esta pérdida<sup>8</sup>. Los pacientes con ATR presentan una disminución en la fuerza del cuádriceps, principalmente por una inhibición refleja, dado por el dolor post cirugía<sup>9</sup>. Aunque la alteración del cuádriceps después de una ATR es la más estudiada, la pérdida de fuerza de los isquiotibiales también está presente, por tanto, debería ser tenida en cuenta<sup>10</sup>. Es por esto que en el presente estudio se buscó describir la FIM de cuádriceps-isquiotibiales y la funcionalidad del paciente con ATR sometido a un programa de kinesioterapia. Así, la medición objetiva de la fuerza de cuádriceps-isquiotibiales y del rendimiento funcional del sujeto postoperado es importante. El objetivo fue identificar los cambios en la fuerza muscular de cuádriceps-isquiotibiales y cómo influyó en la funcionalidad de los operados de ATR que se sometieron a rehabilitación física en el Hospital El Carmen de Maipú (HEC).

## Materiales y métodos

Se hicieron 150 evaluaciones entre los años 2017 y 2019 con un total de 75 pacientes. La evaluación inicial se realizó a la tercera semana postoperatoria y al finalizar el tratamiento. Se consideraron 59 fichas según los siguientes criterios de inclusión; edad entre 50-85 años, ATR unilateral, ser operado en el HEC. Los criterios de exclusión fueron la intervención kinésica previa extrasistema, no completar el tratamiento y exceder el tiempo estimado del mismo (superior a 100 días). Este estudio contó con la aprobación del Comité de Ética Científico del Servicio de Salud Metropolitano Central (resolución N° 048975).

La medición de la FIM se realizó en una silla de cuádriceps (HUR 3530<sup>®</sup>, Korkkola, Finlandia) y un dinamómetro (HUR 9200<sup>®</sup>, Korkkola, Finlandia). El paciente se ubicó sedente con la articulación de rodilla en 90° de flexión y se le solicitó una contracción máxima en extensión de rodilla y flexión de rodilla. Se registró un total de 3 intentos y se consideró el dato mayor<sup>7</sup>. Estas pruebas fueron realizadas por personal calificado.

*Time Up and Go*: el paciente se ubicó en una silla estándar (altura de asiento: 45 cm y altura de apoyabrazos: 65 cm), a la orden de "listo ya", debió levantarse, caminar hasta una marca situada a 3 metros, girar, caminar hasta la silla y sentarse nuevamente. Se registró un total de 3 intentos y se consideró el menor tiempo<sup>11</sup>. La prueba se realizó con asistencia de la marcha que permitiera la ejecución de ésta.

Test de pararse y sentarse: se ubicó sedente en una silla estándar (altura de asiento: 45 cm y altura de apoyo brazos: 65 cm) con los brazos cruzados y pegados al pecho. A la orden de "listo ya", debió pararse y sentarse el mayor número de veces en 30 segundos<sup>12</sup>.

*Apoyo unipodal*: Aquí se adoptó la posición unipodal con los brazos cruzados y debió permanecer el mayor tiempo posible; la prueba finalizó cuando apoyó ambos pies en el suelo y/o se afirmó con alguno de sus miembros superiores.

WOMAC: este cuestionario tiene tres dominios; dolor, rigidez y capacidad funcional<sup>13</sup>.

Las sesiones tuvieron una duración de 1 hora, 2 veces a la semana por 3 meses. Se enfocaron en modular el dolor, disminuir el aumento de volumen, flexibilizar la cicatriz y tejidos blandos, lograr rango de movimiento (ROM) funcional de flexo-extensión, aumentar fuerza y resistencia muscular, mejorar balance estático y dinámico, reeducar fases de la

marcha y mejorar la funcionalidad de sus actividades de la vida diaria (AVD) (Anexo).

Se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism (versión 8.0<sup>®</sup>, San Diego, USA). El manejo descriptivo de las variables fue mediante promedio  $\pm$  desviación estándar. Para observar diferencias en el comportamiento de variables pre y post intervención, se utilizó la prueba t de Student o Wilcoxon para muestras pareadas y t de Student o Mann-Whitney para muestras independientes. Para determinar las relaciones entre WOMAC y FIM en extensión y flexión se utilizó r de Pearson o Spearman según corresponda. Los días de tratamiento < 50 días, un WOMAC <31 puntos, la FIM de flexión > 32 kg y la FIM de extensión > 35 kg, se utilizaron como punto de corte para dicotomizar los datos. El análisis de regresión logística se realizó para estimar la asociación entre días de tratamiento y WOMAC, FIM de la flexión y FIM de la extensión de rodilla, ajustadas por edad y género. Para verificar la precisión de ajuste del modelo, se aplicó la prueba Hosmer-Lemeshow. El nivel de significancia estadística se estableció en un  $p < 0.05$ .

## Resultados

De la muestra total (n = 75) se excluyeron 16 casos por no completar el tratamiento kinésico. De los 56, 20 (33%) eran hombres y 39 (67%) mujeres. La edad promedio fue de  $69 \pm 7$  años, no existieron diferencias entre ambos géneros ( $p = 0.592$ ) (Tabla 1). El IMC en mujeres y hombres fue  $29.35 \pm 2.71$  kg/m<sup>2</sup> y  $32.20 \pm 2.71$  kg/m<sup>2</sup>;  $p < 0.009$ , respectivamente. Hubo diferencias entre la FIM de la rodilla operada y la no operada, en flexión y extensión, al comparar ambos géneros ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente) (Tabla 1). En el *up and go* y la prueba pararse y sentarse el rendimiento fue significativamente superior para los hombres en relación a las mujeres ( $p = 0.001$ ;  $p = 0.007$ , respectivamente) (Tabla 1). En el WOMAC no existieron diferencias asociadas al género. El tiempo de tratamiento fue inferior ( $p = 0.022$ ) en los hombres respecto al de las mujeres (Tabla 1).

Hubo diferencias en la FIM de extensión y flexión de la rodilla operada, pre y post intervención, situación que se produjo en el género masculino ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente) y femenino ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente) (Tabla 2). En la WOMAC se observó el mismo hecho, vale decir, diferencias pre y post intervención en hombres y mujeres ( $p < 0.0001$ ;  $p < 0.0001$ , respectivamente) (Tabla 2). El porcentaje de pacientes que utilizaba asistente de marcha disminuyó ( $p < 0.0001$ ) (Tabla 3) de 83.05% a 18.64%. Las correlaciones entre WOMAC-FIM Flexor y WOMAC-FIM extensor fueron de  $r = -0.2758$ ;  $p = 0.034$  y  $r = -0.201$ ;  $p = 0.126$ , respectivamente.

En las asociaciones se observó, que el tiempo de tratamiento y la rodilla izquierda tienen una relación significativa, donde existe 4 veces más posibilidad de mejorar en un tiempo inferior a 50 días (OR = 2.71; IC [1.000-16.252]), esto independiente de la edad y el género a excepción de los pacientes obesos.

TABLA 1.– Características antropométricas y funcionales basales de la muestra total y dividida por género

	Muestra total	Hombres	Mujeres	Valor p
Sexo (n/%)	59/100	20/33	39/67	-
Edad (años)	69 ± 7	68 ± 7	69 ± 7	0.592MW
Peso (kg)	77.0 ± 11.5	78.6 ± 9.2	76.3 ± 12.4	0.283
Talla (cm)	156.9 ± 9.0	163.5 ± 6.8	153.5 ± 8.2	< 0.0001
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	31.2 ± 4.0	29.4 ± 2.7	32.2 ± 2.7	0.009
FIM Flexión operada (kg)	24.8 ± 14.1	34.4 ± 14.8	19.9 ± 11.2	< 0.0001MW
FIM Flexión contralateral (kg)	31.2 ± 17.6	45.6 ± 17.2	23.8 ± 12.7	< 0.0001
FIM Extensión operada (kg)	28.7 ± 14.6	36.9 ± 16.0	24.1 ± 11.8	0.001t
FIM Extensión contralateral (kg)	63.6 ± 29.7	86.9 ± 29.7	51.6 ± 21.7	< 0.0001
Up and go (s)	13.7 ± 5.6	10.6 ± 3.7	15.1 ± 5.9	0.001
Prueba parar y sentarse (rpm)	10.9 ± 3.9	12.9 ± 2.9	9.9 ± 3.9	0.007
WOMAC (puntos)	43.0 ± 17.3	39.3 ± 13.1	44.9 ± 18.9	0.235MW
Tiempo espera (días)	40 ± 12	42 ± 16	38 ± 9	0.215
Tiempo tratamiento (días)	64 ± 20	55 ± 21	68 ± 19	0.022

n: número; %: porcentaje; kg: kilogramos; s: segundos; rpm: repeticiones por minutos; IMC: índice de masa corporal; kg/m<sup>2</sup>: kilogramo partido por metros al cuadrado; FIM: fuerza isométrica máxima; MW: Mann-Whitney; t: t-Student

TABLA 2.– Características antropométricas, morbimortalidad y tratamiento médico de la muestra total y dividida por género

	Hombres			Mujeres		
	Pre	Post	Valor p	Pre	Post	Valor p
FIM Flexión (kg)	34.6 ± 14.8	49.3 ± 18.9	< 0.0001MW	19.9 ± 11.2	27.8 ± 10.5	< 0.0001MW
FIM Extensión (kg)	36.9 ± 16.0	64.2 ± 20.0	< 0.0001t	24.1 ± 11.8	36.9 ± 11.7	< 0.0001t
Up and go (s)	10.6 ± 3.7	7.3 ± 1.8	< 0.0001	15.1 ± 6.0	9.5 ± 2.6	< 0.0001
Prueba parar y sentarse (rpm)	12.9 ± 2.9	15.0 ± 3.7	0.0022	9.9 ± 3.9	12.6 ± 2.9	< 0.0001
WOMAC (puntos)	39.3 ± 13.1	22.2 ± 14.1	< 0.0001MW	44.9 ± 18.9	23.6 ± 15.5	< 0.0001MW
Dolor	9.6 ± 3.3	4.9 ± 3.2	< 0.0001	10.1 ± 4.0	5.2 ± 3.2	< 0.0001
Rigidez	3.0 ± 1.9	2.0 ± 1.7	0.090	3.9 ± 2.3	2-5 ± 2.3	< 0.0001
Función física	26.2 ± 8.8	15.4 ± 10.2	0.0001	30.8 ± 14.2	16.3 ± 11.7	< 0.0001

FIM: fuerza isométrica máxima; kg: kilogramos; PRE: previo a la intervención; POST: posterior a la intervención; cm: centímetros; MW: Mann-Whitney; t: t-Student.

TABLA 3.– Utilización de asistente de marcha antes y después de la intervención

	Con ayuda técnica	Sin ayuda técnica	Valor p
Pre-operación	49 (83.0%)	10 (18.6%)	< 0.0001
Post-operación	10 (18.6%)	49 (83.0%)	
Pre-operación		Post-operación	
Sin bastones (17%)		Sin bastones (81.4%)	
Un bastón (39%)		Un bastón (18.6%)	
Dos bastones (15.3%)		Dos bastones (0%)	
Andador (28.8%)		Andador (0%)	

## Discusión

El objetivo de este estudio fue comparar la FIM inicial y final de cuádriceps e isquiotibiales y su impacto sobre la funcionalidad del paciente. Se comprobó que hay un comportamiento inverso entre la FIM y el puntaje de la escala WOMAC.

Dentro de los factores de riesgo no modificables y modificables como la edad, género y el IMC respectivamente, son considerados predictores significativos de riesgo de AR. Existe 6.8 veces más posibilidades de desarrollar AR en un sujeto con sobrepeso y en un 95% de los casos en pacientes obesos. Sin embargo, una vez realizada la ATR de rodilla, el IMC no influye sobre su funcionalidad<sup>14</sup>, pero si en los tiempos de tratamiento, ya que, los resultados de la presente investigación indican que los varones con un IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> presentan 3.4 veces menos posibilidades de un tiempo de tratamiento menor a 50 días (Tabla 4), lo que puede estar asociado al sedentarismo y/o menor porcentaje de masa muscular, los cuales no fueron evaluados en este estudio.

Los afectados con AR tienen mayores probabilidades de debilidad muscular en relación a la población adulta en general. Por tanto, a menor fuerza muscular y mayor dolor de rodilla, la persona con AR tendrá menor fun-

cionalidad. Este hecho es importante, debido a que los pacientes con AR tienen debilidad del cuádriceps hasta un año posterior a la ATR siendo este un predictor de capacidad funcional<sup>9</sup>. Aquellos con mayor masa muscular en miembros inferiores logran mayor funcionalidad en las AVD<sup>15,16</sup>. Nuestros resultados indican que la FIM final es mayor que la inicial, tanto en el miembro inferior operado, como en el no operado, esto se debería al entrenamiento guiado y dosificado en la totalidad de las sesiones de kinesioterapia.

La fuerza muscular aumenta significativamente en dos períodos, de 1 a 3 meses y de 3 a 6 meses posterior a la cirugía, en donde después de los 6 meses, se observa la mayor ganancia de fuerza muscular<sup>2</sup>. Esto podría ser explicado por la inhibición artrogénica inicial y el dolor, a diferencia de posterior a los 3 meses que presenta una dosis de entrenamiento y cambios a nivel neuromuscular. Además, es en este período en donde la fuerza en extensión principalmente se acerca al nivel de la articulación contralateral, por lo que resulta necesario obtener mediciones de la FIM preoperatorias y 6 meses posterior a la operación, con el fin de analizar el comportamiento de esta variable en el tiempo y su importancia en el resultado final, para así abordar de mejor manera al paciente dada su condición inicial.

TABLA 4.– Regresión logística de la asociación entre tiempo de recuperación y rodilla, WOMAC, fuerza isométrica máxima en flexión, fuerza isométrica máxima en extensión, ajustada por género y edad

	OR [95%IC]	Valor p
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-3.498 [0.062-1.067]	0.041
Género (hombre)	4.463 [0.226-0.057]	0.035
Edad (años)	1.132 [0.863-1.045]	0.287
Hosmer-Lemeshow		
Rodilla	4.032 [1.000-16.252]	0.050
Género (hombre)	0.074 [0.093-1.355]	0.130
Edad (años)	1.034 [0.844-1.021]	0.125
Hosmer-Lemeshow	0.288	
FIM Flexión	1.871 [0.464-7.550]	0.379
Género (hombre)	-1.313 [0.074-0.979]	0.046
Edad (años)	-0.065 [0.854-1.027]	0.165
Hosmer-Lemeshow	0.452	
FIM Extensión	0.909 [0.216-3.822]	0.897
Género (hombre)	-1.291 [0.077-0.989]	0.048
Edad (años)	-0.070 [0.51-1.022]	0.134
Hosmer-Lemeshow	0.301	
WOMAC	0.364 [0.068-1.948]	0.258
Género (hombre)	-1.259 [0.077-1.040]	0.048
Edad (años)	-0.068 [0.854-1.948]	0.137
Hosmer-Lemeshow	0.160	

IMC: índice de masa corporal; FIM: fuerza isométrica máxima; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza

Dicotomización de: días de recuperación < 50 días; WOMAC < 31 puntos; FIM flexión > 32 kg, FIM extensión > 35 kg

Al comparar ambos géneros con la FIM en flexión y extensión de rodilla de la extremidad operada y no operada, el género masculino presentó mayor fuerza muscular en una etapa inicial y final del tratamiento.

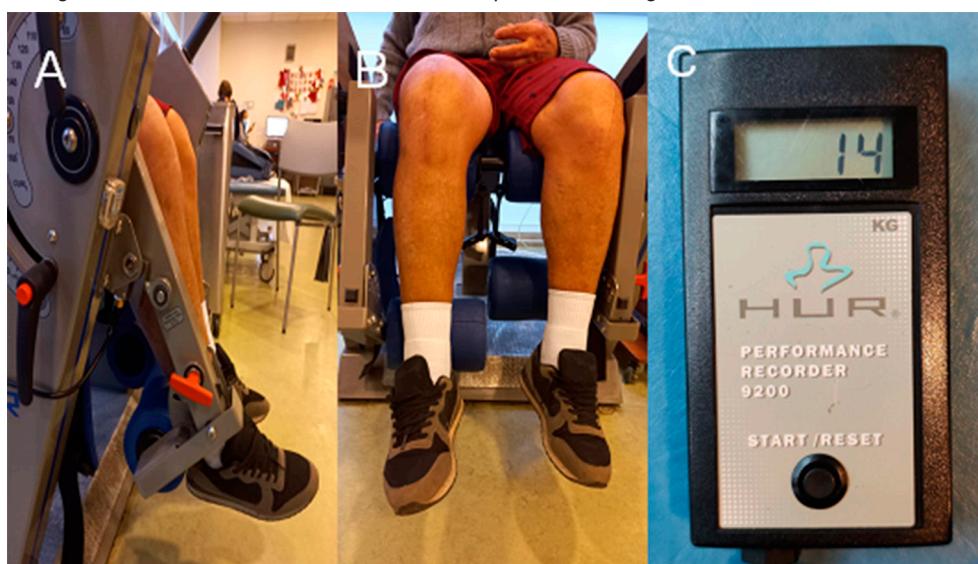
La diferencia de la FIM entre ambos géneros se podría explicar por variables fisiológicas, ya sea de niveles hormonales y volumen de masa muscular. Las mujeres no entrenadas en comparación con los hombres, poseen fibras tipo I y II más pequeñas, además de esto, tienen un área de sección transversal menor (68% vs. 71%, respectivamente) con mayor cantidad de grasa entre sus fascículos. Por último, los hombres en reposo tienen una concentración de testosterona en sangre 10 veces mayor que las mujeres, hecho que influye significativamente en la hipertrofia muscular<sup>17</sup>.

En las pruebas funcionales, un tiempo igual o inferior a 13.5 seg en el TUG, es considerado como bajo riesgo de caída en el adulto mayor<sup>16</sup>. En relación a nuestros resultados, los hombres tienen bajo riesgo de caída al inicio de la fase ambulatoria de tratamiento (Anexo). Del mismo modo, hombres y mujeres, luego de las sesiones de kinesiología, obtuvieron mejoras en la velocidad de la marcha, consideradas como bajo riesgo de caída ( $7.25 \pm 1.77$  s y  $9.51 \pm 2.59$  segundos, respectivamente). Complementariamente, la prueba de pararse y sentarse, que está directamente relacionada con la fuerza muscular de miembros inferiores<sup>12</sup>, también mejoró en ambos géneros, observándose un mayor rendimiento en hombres. Esto, también tendría relación con la disminución del uso de asistente de marcha (Tabla 3), hecho que estaría asocia-

do al aumento de la fuerza muscular en este género, en donde, tan solo un 18.64% de los pacientes quedaron con la asistencia de un bastón (Fig. 2). Específicamente, el aumento de la FIM en flexo-extensión y del dominio de la función física del WOMAC darían cuenta de una mejora en la funcionalidad, hecho que, como se dijo anteriormente, repercutió sobre el uso de asistente de marcha.

La escala de WOMAC fue analizada en sus tres dominios, observando diferencias pre y post tratamiento en dolor y función física, no así en rigidez. Esto podría estar asociado al rango total que alcanza la rodilla sometida a ATR, con respecto a la contralateral, además de las expectativas de rango articular del paciente. Pese a esto, los rangos articulares al finalizar el tratamiento fueron óptimos para sus AVD. En cuanto a la dosificación, se compararon un plan de entrenamiento de alta y baja intensidad, el cual consistía en cargas progresivas para el entrenamiento de alta intensidad y cargas constantes y estructuradas para el entrenamiento de baja intensidad. Ambos tratamientos mejoraron la fuerza y funcionalidad a corto y largo plazo<sup>8</sup>. Es por esto que un plan de rehabilitación dosificado, personalizado y enfocado al aumento de la fuerza muscular, sería válido en pacientes con ATR. Este último punto es importante de destacar, debido a que la fuerza muscular evaluada con la FIM, está inversamente relacionada con el puntaje de la escala WOMAC. Esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio, puesto que se observa un aumento de la FIM y una disminución del WOMAC post-rehabilitación (Tabla 2).

Fig. 2.— Evaluación de la fuerza isométrica máxima (FIM) de la musculatura flexora de rodilla. A: plano sagital, se observa 90° de flexión de rodilla y la ubicación del soporte conectado al dinamómetro. B: plano frontal para la evaluación, el paciente se ubica sedente con la articulación de rodilla en 90° de flexión, quedando la almohadilla por detrás del tercio distal de la tibia. C: dinamómetro de registro de la FIM obtenida, el resultado es expresado en kilogramos



Dentro de las limitaciones de esta investigación están no haber medido los rangos articulares con goniometría, dato que podría complementarse con los resultados de la FIM y el WOMAC. No existió una evaluación de la FIM pre-operatoria, ni tampoco un seguimiento del paciente dentro del año posterior al alta kinésica. Estos dos datos nos darían una visión completa de su evolución y si los efectos de la terapia se mantienen o mejoran con el paso del tiempo.

En conclusión, los principales hallazgos de esta investigación indican que existió un aumento de la FIM en extensión y flexión de la rodilla tratada post intervención, en ambos géneros. La funcionalidad se incrementó, en hombres y mujeres luego de la intervención, a medida que la fuerza aumentó la funcionalidad mejoró. Además, este estudio nos indica que es probable que el tratamiento en los hombres sea menor a 50 días.

**Agradecimientos:** A los participantes, por su compromiso y asistencia en las sesiones programadas.

**Conflicto de intereses:** Ninguno para declarar

## Bibliografía

- Schoor N, Dennison E, Castell M, et al. Clinical osteoarthritis of the hip and knee and fall risk: The role of low physical functioning and pain medication. *Semin Arthritis Rheum* 2020; 50: 380-6.
- Wang XF, Ma ZH, Teng XR. Isokinetic strength test of muscle strength and motor function in total knee arthroplasty. *Orthop Surg* 2020; 12: 878-89.
- Foni NO, Costa LAV, Paião ID, et al. Clinical pathway improves medical practice in total knee arthroplasty. *PLoS One* 2020; 15: e0232881.
- Husby V, Foss O, Husby O, et al. Randomized controlled trial of maximal strength training vs. standard rehabilitation following total knee arthroplasty. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018; 54: 371-9.
- Castiella-Muruzábal S, López-Vázquez MA, No-Sánchez J, et al. Artroplastia de rodilla. *Rehabilitación* 2007; 41: 290-308.
- Wang X, Ma Z, Teng, XR. Isokinetic Strength Test of Muscle Strength and Motor Function in Total Knee Arthroplasty. *Orthop Surg* 2020; 12: 878-89.
- Olaso S, Gómez J, Beltrán J, et al. Valoración de la fuerza isométrica máxima (FIM) de los grupos musculares flexores de cadera y extensores. *Revista Digital - Buenos Aires* 2008; 13: 1-9.
- Bade M, Stevens-Lapsley J. Early high-intensity rehabilitation following total knee arthroplasty improves outcomes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011; 41: 932-41.
- Mizner R, Petterson S, Stevens J, et al. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *J Rheumatol* 2005; 32:1533-9.
- Stevens-Lapsley J, Balter J, Kohrt W, et al. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 2460-8.
- Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-48.
- Cobo-Mejía EA, Ochoa González ME, Ruiz Castillo LY, et al. Confiabilidad del Senior Fitness Test versión en español, para población adulta mayor en Tunja-Colombia. *Arch Med Deporte* 2016; 33: 382-6.
- Escobar A, Vrotsou K, Bilbao A, et al. Validación de una escala reducida de capacidad funcional del cuestionario WOMAC. *Gac Sanit* 2011; 25: 513-8.
- Martínez-Cano JP, Zamudio-Castilla L, Chica J, et al. Body mass index and knee arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma* 2020; 11: S711-6.
- Luc-Harkey B, Safran-Norton C, Mandl L, et al. Associations among knee muscle strength, structural damage, and pain and mobility in individuals with osteoarthritis and symptomatic meniscal tear. *BMC Musculoskelet Disord* 2018; 19: 258.
- Barry E, Galvin R, Keogh C, et al. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* 2014; 14:14.
- Jiménez-Gutiérrez A, Alvar BA. Mujer y Entrenamiento de Fuerza. *PubliCE 0. Fuente*; 2000. En: <https://g-se.com/mujer-y-entrenamiento-de-fuerza-862-sa-257cfb27194a5b>; consultado agosto 2021.

## Anexo

### Protocolo de rehabilitación en pacientes post operados de artroplastia total de rodilla en el Hospital el Carmen

#### Fase hospitalaria (0-4 días)

Objetivos:

- Mantener trofismo muscular
- Restablecer movilidad articular
- Lograr contracción activa de cuádriceps
- Optimizar flexo/extensión de rodilla
- Reeducar marcha
- Educar respecto del uso de ayudas técnicas

#### Fase Domiciliaria (1-3 semanas)

- Continuar con indicaciones y ejercicios entregados en fase hospitalaria

#### Fase ambulatoria I (3-8 semanas)

Objetivos:

- Modular dolor
- Disminuir aumento de volumen
- Flexibilizar cicatriz tejidos blandos
- Lograr rango de movimiento de flexo extensión funcionales (70° totales)
- Aumentar Fuerza y resistencia muscular
- Reeducar fases de la marcha
- Mejorar balance estático y dinámico

#### Fase ambulatoria II (8-12 semanas)

Objetivos:

- Optimizar rango de movimiento
- Mejorar la fuerza y resistencia muscular
- Mejorar balance y marcha sin ayudas técnicas
- Reintegrar al paciente en actividades funcionales

Objetivo	Intervención	Dosificación
Modular dolor	- TENS y termoterapia	- 15-20 minutos
Disminuir aumento de volumen	- <i>Taping</i> tipo drenaje - Crioterapia	- Una vez por semana - 15 min cada sesión
Mejorar ROM	- Movilización patelar cefalocaudal y laterales - Ejercicios activos asistidos de flexo extensión - Ejercicios de flexibilización de tejido blando - Cicloergómetro (sin carga)	- 10 repeticiones para cada dirección - 3 series de 10 repeticiones - 20 segundos de mantención, 3 repeticiones por grupo muscular - 15 minutos
Aumentar fuerza y resistencia muscular	- Electroestimulación muscular en cuádriceps (corriente rusa o EMS) - Ejercicios terapéuticos activo-resistido en silla de cuádriceps y/o pesos libres	- 12 minutos - 12 -15 repeticiones por 3-4 series
Reeducación fases de la marcha	- Entrenamiento en paralelas o con ayudas técnicas a través de <i>feedback</i> visual y/o verbal	- Al término de cada sesión
Mejorar balance	- Ejercicios de propiocepción y estabilidad bipodal y unipodal en diferentes superficies	- Cada sesión a tolerancia

*TENS: Transcutaneous electrical nerve stimulation o electroestimulación transcutánea, EMS: electrical muscle stimulation o estimulación eléctrica muscular*