

Programa de ejercicios de fuerza de los isquiosurales en pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior, realizados en domicilio con mínima supervisión, compatibles con el confinamiento

Darío Santos,¹⁻⁵ Andrea Mattiozzi,²⁻⁵ Nicoll López,³ Juan Del Castillo,⁴
Arleth Peláez,⁵ Franco Simini⁵

¹Departamento de Rehabilitación, Hospital de Clínicas, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

²Departamento de Medicina del Deporte, Hospital de Clínicas, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

³Servicio de Fisioterapia, Hospital Británico, Montevideo, Uruguay

⁴Clínica de Traumatología y Ortopedia, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

⁵Núcleo de Ingeniería Biomédica, Hospital de Clínicas, Montevideo, Uruguay

RESUMEN

Objetivo: reportar los resultados del programa de ejercicios domiciliarios incrementales con mínima supervisión (PEDIMS), compatibles con el confinamiento, en el preoperatorio de lesiones de LCA, enfatizando la activación excéntrica de los isquiosurales agonistas del LCA.

Materiales y métodos: se estudiaron seis hombres con lesiones del LCA en el preoperatorio para su reconstrucción. Se registraron las medidas de fuerza de los isquiosurales antes y después de realizar el PEDIMS, utilizamos el instrumento original DINABANG para obtener dichas mediciones. Este programa se implementó durante cuatro semanas; solamente se hicieron cinco consultas presenciales, el resto lo realizaron los pacientes en su domicilio.

Resultados: comparando la rodilla sana contralateral, fuerza de 2.17 N/kg, con la lesionada, preentrenamiento y postentrenamiento, se observa el aumento de la fuerza de los isquiosurales en la rodilla con lesión del LCA, de 1.63 N/kg a 1.92 N/kg, respectivamente. Partiendo de una satisfacción subjetiva del 67% según el score de Lysholm, el entrenamiento logra un 87% de satisfacción; estos resultados son estadísticamente significativos.

Conclusiones: para su aplicación en etapa preoperatoria del LCA, el PEDIMS es un programa clínico de fortalecimiento muscular flexor de la rodilla que reduce el número de sesiones presenciales, lo que le confiere al método una clara vigencia en épocas de pandemia o reducción presupuestaria.

Nivel de evidencia: V

Palabras claves: Ligamento Cruzado Anterior; Fuerza de Isquiosurales; Rehabilitación; Confinamiento

ABSTRACT

Objective: to report the results of this lockdown-compliant, minimally supervised incremental home exercise program (PEDIMS, by its acronym in Spanish) in the preoperative stage of ACL injuries emphasizing the eccentric activation of the ACL agonist hamstrings.

Materials and methods: six men with ACL injuries were studied in the preoperative ACL reconstruction stage. Hamstring strength measurements were recorded before and after performing the PEDIMS. We used the original DINABANG instrument to obtain these measurements. This program was carried out for four weeks, with only five face-to-face sessions and the rest at home by the patients.

Results: comparing the healthy contralateral knee, strength of 2.17 N/kg, with the injured one pre-training and post-training, we obtained an increase in the strength of the hamstrings with ACL injury, of 1.63 N/kg to 1.92 N/kg, respectively. Starting from a subjective satisfaction of 67% according to the Lysholm score, the training achieves 87% satisfaction, these results are statistically significant.

Conclusions: PEDIMS is a clinical program for knee flexor muscle strengthening for its application in the pre-operative stage of the ACL that reduces the number of face-to-face sessions, which gives the method a clear validity in times of pandemic or budget reduction.

Level of evidence: V

Key words: Anterior Cruciate Ligament; Strength of Hamstring; Rehabilitation; Lockdown

INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 ha impuesto nuevos desafíos en la rehabilitación de lesiones del LCA, especial-

mente por las medidas de confinamiento dispuestas por los diferentes países. Este programa de ejercicios domiciliarios incrementales con mínima supervisión (PEDIMS), compatibles con el confinamiento, intenta ser una solución.

La rehabilitación de la rodilla con lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en la fase preoperatoria es fundamental para garantizar la preparación del paciente

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Juan Del Castillo

jdcastillo86@gmail.com

Recibido: Junio de 2021. Aceptado: Julio de 2021.

para la cirugía, lo que facilita un resultado postoperatorio exitoso.¹ La atrofia de los músculos del muslo ocurre inevitablemente después de la lesión del LCA y persiste durante varios años.²

Habitualmente, la preocupación del fisioterapeuta se centra en el cuádriceps, y deja en situación secundaria la musculatura posterior de muslo.³ Esto trae como consecuencia un desbalance en la musculatura flexo-extensora de la rodilla,⁴ acentuando las fuerzas que trasladan anteriormente la tibia sobre el fémur.⁵

Presentamos un Programa de Ejercicios Domiciliares Incrementales con Mínima Supervisión (PEDIMS) para entrenar la fuerza de los isquiosurales, registrando la fuerza del miembro inferior mediante un instrumento original, DINABANG,^{6,7} que permite monitorizar su evolución.

El PEDIMS enfatiza el régimen de activación muscular excéntrica de los isquiosurales porque se producen mayores niveles de fuerza en la sarcómera, y porque hay evidencia de que los isquiosurales son agonistas del LCA en evitar que la tibia se traslade hacia adelante durante los esfuerzos de corte en la rodilla.⁸

Planteamos como hipótesis que veinte sesiones de ejercicios de fuerza siguiendo el PEDIMS produce un aumento estadísticamente significativo en los valores de fuerza en los isquiosurales y en el *score* de Lysholm de la rodilla con lesión del LCA.⁹

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron seis pacientes de sexo masculino, edad 23.8 (\pm 4.8 años), peso 75.0 (\pm 7.6 kg), talla 1.75 (\pm 0.07 m) e IMC 24.5 (\pm 1.9), previo a la cirugía de reconstrucción del LCA, antes y después de realizar el PEDIMS. El estudio fue realizado en el Hospital de Clínicas de Montevideo luego de la aprobación por el Comité de Ética.

Los pacientes fueron seleccionados por conveniencia y de acuerdo con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Rotura de LCA confirmada con RM.
- Pacientes con fisis cerradas.
- Mayores de dieciocho y menores de treinta años.
- Sin dolor en la articulación de la rodilla al subir un escalón.
- Pacientes con la rodilla contralateral indemne.

Criterios de exclusión

- Patologías neuro-musculoesqueléticas en cualquiera de las rodillas.
- Pacientes con fisis abiertas.
- Dolor en la articulación de la rodilla al subir un escalón.
- Mayores de treinta años.

El programa de ejercicios se llevó a cabo durante cuatro semanas, con una frecuencia de cinco ciclos consecutivos, en total fueron veinte sesiones de treinta minutos cada una. En la primera semana se realizaron dos sesiones presenciales en días alternados; la segunda, tercera y cuarta semana, solamente hubo una presencial, en total fueron cinco sesiones presenciales. Las restantes quince fueron continuadas por los pacientes en su domicilio siguiendo las instrucciones dadas (Tabla 1).

Se midió la fuerza muscular con DINABANG,^{6,7} con el paciente de pie. Se le solicitó que retrocediera con las manos en la cintura y la rodilla extendida tensando la banda elástica (fig. 1).

Se obtuvo la estadística descriptiva y los estadísticos de prueba con el *software R* (*Foundation R: 2000. The R Project for Statistical Computing: r-project.org*).

Fueron comparadas las tres condiciones estudiadas en la rodilla saludable, lesionada preentrenamiento y postentrenamiento (fig. 2) con modelos de efectos mixtos que, además, permitieron el análisis de las dos variables de respuesta: fuerza y *score* de Lysholm.⁹ Las condiciones de la rodilla fueron analizadas mediante modelos mixtos considerando como efecto fijo las tres condiciones de la

TABLA 1. EJERCICIOS DE FUERZA ISQUIOSURALES DURANTE LAS CUATRO SEMANAS

Parámetros	Ejercicios de fuerza isquiosurales			
	Semana			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Tensión de la banda elástica de una repetición máxima (%)	60%	75%	75%	85%
Régimen de activación	Dinámica	Concéntrica	Excéntrica	Excéntrica
Velocidad de ejecución	Lenta	Rápida	Rápida	Lenta
Número de repeticiones	12	10	8	6
Pausas (en seg.)	60	75	90	120
Número de series	3	3	2	2

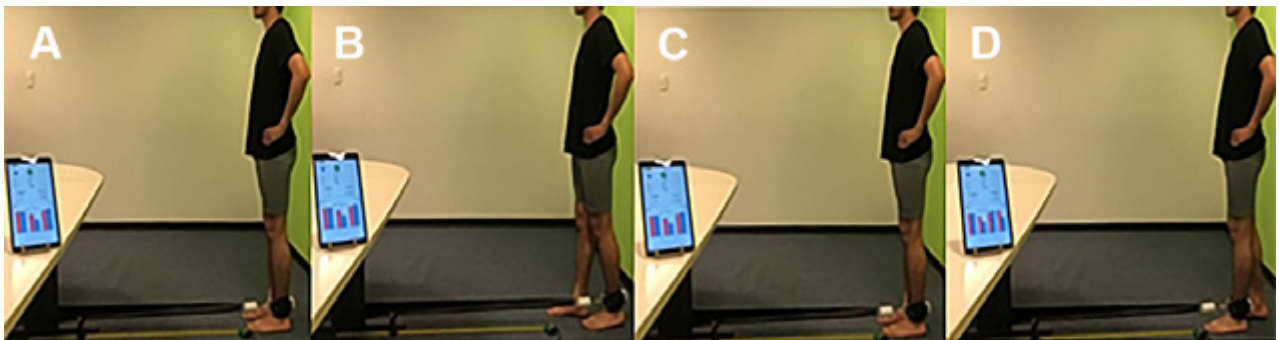


Figura 1: Ejercicio (secuencia a-d) del programa PEDIMS monitorizado con el instrumento DINABANG. Nótese el sensor de fuerza blanco sujeto a la banda elástica y al tobillo derecho.

TABLA 2. FUERZA NORMALIZADA Y SATISFACCIÓN

Rodilla	Lesión LCA			
	Saludable	Preentr.	Postentr.	Valor p
Fuerza isq. (N/kg)	2.17 (0.09)a	1.63 (0.09)b	1.92 (0.09)c	< 0.001
Score de Lysholm (%)	100 (--)	66.7 (2.5)a	87.5 (2.5)b	< 0.001

Tabla 2: Fuerza normalizada y satisfacción (Lysholm) de seis pacientes con entrenamiento precirugía reconstructiva del LCA. a, b, c: diferencias estadísticamente significativas entre las tres situaciones de la rodilla.

rodilla y como efecto aleatorio a los pacientes. La significación de los efectos fijos fue evaluada mediante el estadístico de cociente de verosimilitud. En última instancia, se realizaron comparaciones múltiples empleando la corrección de Tukey para mantener el error global de tipo I. Se determinó significancia estadística considerando un nivel del 5%.

RESULTADOS

En la figura 2 (izq.) se observa el aumento de la fuerza de los isquiosurales en la rodilla con lesión del LCA, de 1.63 N/kg a 1.92 N/kg, pre y postentrenamiento, respectivamente. La media de fuerza de los isquiosurales en la rodilla saludable (contralateral) fue de 2.17 N/kg. Nótese que esta fuerza fue normalizada por la masa corporal, que permitió eliminar el efecto del tamaño de los individuos. La figura de la derecha muestra los resultados funcionales mediante la escala subjetiva de Lysholm. De una satisfacción subjetiva del 67%, el entrenamiento logra un 87% de satisfacción.

Se utilizó el modelo de efecto mixto porque interesa contrastar las tres condiciones de la rodilla (efecto fijo) sin desatender la variabilidad (intraindividuo) inherente a los participantes (Tabla 2).

DISCUSIÓN

La fuerza de la musculatura flexora de la rodilla pos-

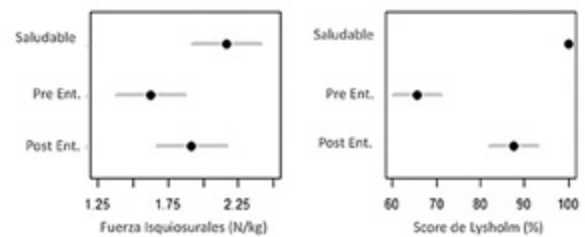


Figura 2: Fuerza de los isquiosurales normalizada por masa corporal (izq.) y satisfacción informada por el paciente (der.). Se indican las tres condiciones: rodilla saludable, rodilla lesionada LCA pre y postentrenamiento.

entrenamiento aumentó significativamente de 1.63 a 1.92 N/Kg; se observa una tendencia a recuperar los valores de fuerza de la rodilla contralateral saludable de 2.17 N/kg. Las evaluaciones subjetivas reportadas por los pacientes, como consecuencia del entrenamiento de la musculatura flexora de la rodilla, mejoraron de 67% a 88% sobre una escala de máxima satisfacción del 100%. Los hallazgos obtenidos en este estudio son similares a lo publicado por Gasibat,¹ y nuestro grupo,^{3,7}

Previo a la cirugía reconstructiva del LCA y después de realizar el programa PEDIMS de ejercicios de entrenamiento de la musculatura flexora de la rodilla (veinte sesiones), fueron comparados los resultados con las evaluaciones reportadas por los propios pacientes (utilizando el score de Lysholm) con la rodilla contralateral saludable; su

satisfacción coincide con el aumento de la fuerza de los isquiosurales medida con el instrumento DINABANG.^{6,7}

El estudio presenta algunas limitaciones:

- i. la selección de la muestra por conveniencia constituyó una limitación metodológica, porque existe la posibilidad de sesgo por selección; un muestreo estadístico (aleatorio) controlaría este sesgo.
- ii. el tamaño reducido de la muestra (n) implica interpretar los resultados con cautela, limitándolos a los pacientes que fueron estudiados.

La clínica de la rehabilitación necesitaba de instrumentos de valoración objetiva para fundamentar la toma de decisiones. El registro de los valores medidos durante los entrenamientos es consignado en la historia clínica electrónica por el propio DINABANG, contribuyendo de esta manera a una mejor calidad en la atención médica.

CONCLUSIONES

El Programa de Ejercicios Domiciliarios Incrementales

con Mínima Supervisión (PEDIMS) es un programa clínico de fortalecimiento muscular flexor de la rodilla que reduce el número de sesiones presenciales para su aplicación en la etapa preoperatoria del LCA. Confiere al método una asegurada vigencia en épocas de pandemia o de reducción presupuestaria. Mediante la cuantificación de la fuerza con DINABANG se monitorea su progresión a lo largo del programa de ejercicios con intensidad incremental.

Agradecimientos

A la Prof. Adj. Dra. Sofía González por su apoyo y el uso del gimnasio de Medicina del Deporte. A Ing. Biomédica Isabel Morales por su ayuda en instrumentos telemáticos.

A los Ingenieros Jorge Domínguez y Rodrigo Barboza de la empresa MOVI por su atenta colaboración en el desarrollo y disponibilidad del instrumento DINABANG.

Al Lic. Fernando Mazza por su asistencia en el procesamiento de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gasibat Q; Jahan AM. Pre and post-operative rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction in young athletes. *Int J Orthop Sci*, 2017; 3(11): 819–28.
2. Williams GN; Snyder-Mackler L; Barrance PJ; Buchanan TS. Quadriceps femoris muscle morphology and function after ACL injury: a differential response in copers versus non-copers. *J Biomech*, 2005; 38(4): 685–93.
3. Santos D; Fabrica G. Directrices biomecánicas para el entrenamiento isométrico de cuádriceps durante la rehabilitación del ligamento cruzado anterior. *Rev Iberoam Fisioter y Kinesiol*, 2002; 5(2): 101–8.
4. Hiemstra LA; Webber S; MacDonald PB; Kriellaars DJ. Hamstring and quadriceps strength balance in normal and hamstring anterior cruciate ligament-reconstructed subjects. *Clin J Sport Med*, 2004; 14(5): 274–80.
5. Kvist J; Karlberg C; Gerdle B; Gillquist J. Anterior tibial translation during different isokinetic quadriceps torque in anterior cruciate ligament deficient and nonimpaired individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2001; 31(1): 4–15.
6. Santos D; et al. DINABANG: explosive force hamstring rehabilitation biomechanics instrument. *6th Int Conf Biotechnol Bioeng Offenburg, Ger*, 2017; vol. 23, N° 1, p. 2017.
7. Santos D; Mattiozzi A; Morales I; Simini F. Hamstring asymmetric maximum force assessment with DINABANG. En 22° Congreso de Bioingeniería y 11ra Jornadas de Ingeniería Clínica, SABI2020, Piriápolis; Uruguay, 2020.
8. Kvist J. Tibial translation in exercises used early in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction exercises to achieve weight-bearing. *Knee*, 2006; 13(6): 460–3.
9. Briggs K; Richard SJ; Hay CJ; Sophia H. Lysholm score and Tegner activity level in individuals with normal knees. *Am J Sports Med*, 2009; 37(5): 898–901.