



**FUNDACION H.A.BARCELO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

### **EVALUACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA VOLUNTARIA ISOMÉTRICA, Y LOS EFECTOS DE LA FLEXIBILIDAD ACTIVA**

**AUTOR/ES:** Biffi, Florencia Sofía

**TUTOR/ES DE CONTENIDO:** Lic. Krzic Paula

**TUTOR/ES METODOLÓGICO:** Dandres, Romeli; Gulisano, Mariana; Ronzio,  
Oscar

**CONTACTO DEL AUTOR:** [florencia\\_biffi@hotmail.com](mailto:florencia_biffi@hotmail.com)

## RESUMEN

**Introducción:** En este estudio se utilizó un protocolo de medición de la fuerza máxima voluntaria isométrica (FMVI) para evaluar los efectos de la flexibilidad activa, con el fin de cuantificar la fuerza isométrica máxima voluntaria. **Propósito:** El objetivo fue examinar la fuerza máxima voluntaria isométrica y evaluar los efectos inmediatos de un plan de flexibilidad activa, en la fuerza voluntaria máxima isométrica de los músculos isquiotibiales y flexores plantares mediante pruebas de dinamometría. **Material y métodos:** Se evaluaron 28 sujetos de ambos sexos. El estudio se dividió en tres etapas, En la primera etapa se midió la FMVI de los grupos musculares isquiotibiales y flexores plantar. En la segunda etapa se realizó el plan de flexibilidad activa. En la tercera y última etapa se re-evaluó la FMVI de los sujetos. Para la medición de la FMVI se utilizó un dinamómetro, velcro y una camilla. **Resultados:** Los resultados obtenidos de las mediciones de la FMVI de los músculos isquiotibiales y flexores plantares tomadas con Dinamómetro, pre y post plan de Flexibilidad Activa se obtuvo los siguientes datos: Para isquiotibiales pre, el promedio y desvío standard son 7.28 +- 2.87 y post, 6.70 +/- 2.47 .Para flexores plantares, el promedio y desvío standard pre fueron de 5.16 +/- 3.72 y post de 3.71 +/- 3.07. **Conclusión Discusión:** El estudio indica que no hubo una gran diferencia de la fuerza máxima voluntaria isométrica pre y post test al realizar flexibilidad activa. Se puede apreciar en los resultados obtenidos que luego del plan de flexibilidad activa hubo un descenso en la fuerza máxima voluntaria isométrica de los músculos isquiotibiales y flexores plantares.**Palabras Clave:** flexibilidad activa- fuerza máxima voluntaria isométrica.

## ABSTRACT

**Introduction:** For this study we used a maximum force measurement protocol Isometric Volunteer (FMVI) to assess the effects of active flexibility with the purpose of quantifying voluntary maximum isometric strength. **Purpose:** The objective was to examine the isometric voluntary maximum strength and see the effects on flexibility active, hamstring muscles and plantar flexors through the tests of dynamometry. **Materials and methods:** 28 people of both sexes were evaluated. The study was divided into three stages. In the first stage, we measured the FMVI of the muscle groups hamstrings and plantar flexors. For the second stage we completed the plan of active flexibility. For the third and final stage the FMVI of the persons were evaluated again. For the measurement of FMVI, a dynamometer, velcro and a stretcher were used. **Results:** The results of the FMVI measurements of the hamstring and flexor muscles planters taken with dynamometer, pre and post plan of active flexibility was obtained by the following data:For pre-hamstrings, the average and standard deviation was 7.28 + - 2.87, and post 6.70 +/- 2.47. For plantar flexors, the average and deviation pre-standards was 5.16 +/- 3.72, and post of 3.71 +/- 3.07. **Conclusion and discussion:** The study indicated that there was not a great difference of the voluntary maximal force isometric pre and post test when realizing active flexibility. It can be seen in the results obtained that after the active flexibility plan there was a decrease in voluntary maximal isometric muscle strength hamstrings and plantar flexors.**Key Words:** active flexibility- isometric voluntary maximum force.

## INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es la amplitud que posee el músculo para ejecutar un trayecto superior articular donde no haya posibilidad de daño. En cuanto al estiramiento, éste es dado por la importancia de los movimientos de todos los músculos que constituyen una articulación, con el tiempo va disminuyendo, por tal motivo se lo considera de carácter involutivo. Al haber flexibilidad hay movimiento, dándole la posibilidad a los músculos, los tendones, las fascias y las cápsulas a que se vuelvan elásticas. La flexibilidad se puede trabajar desde un sistema dinámico, como son los movimientos y la elongación, o desde un sistema estático con posiciones concretas para ayudar la extensión muscular(1). Una reducción de la misma no sólo disminuye el nivel funcional, sino también causa daños en el sistema músculo-esquelético(2). La flexibilidad en los grupos musculares isquiotibiales y flexores plantares es muy importante para evitar lesiones.(3, 4)

Se puede distinguir entre flexibilidad activa y flexibilidad pasiva. La flexibilidad pasiva implica el alargamiento de un músculo hasta que alcance una sensación de estiramiento o un punto de incomodidad y luego se mantiene el músculo en una posición alargada durante un periodo de tiempo prescripto. La flexibilidad activa implica la realización de un movimiento controlado a través del rango de movimiento (ROM) de la articulación activa.(5)

En cuanto a la fuerza, es “la capacidad física y básica que nos permite crear una tensión muscular en un simple esfuerzo máximo para vencer una oposición o sobrecarga”. Está condicionada por la estructura del aparato locomotor y depende en parte de la estructura muscular. Dicha definición hace referencia a la fuerza máxima(6)

En cuanto a la FMVI se usó un dinamómetro, estos dispositivos se utilizan para la registrar la fuerza producida por la carga a través de la tensión o la compresión y para la cuantificación de la fuerza muscular. Puede medir en unidades de peso, tales como libras o kilogramos. Se ha comprobado científicamente que el dinamómetro fijo (isométrico) es altamente fidedigno para la evaluación de FMVI, además de su practicidad en la realización de evaluaciones, facilitando mediciones objetivas y en forma ligera. Generalmente son portables y accesibles económicamente. La FMVI apunta al tipo de contracciones isométricas, en las cuales no se modifica la longitud externa del músculo. Medir la fuerza muscular es de gran significación, estos resultados se dan en libras o kilogramos(7, 8)

El objetivo de este trabajo fue medir la fuerza máxima voluntaria isométrica de los grupos musculares isquiotibiales y flexores plantares, pre y post flexibilidad activa y compararlas.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo, diseño y características del estudio:**

Estudio analítico, observacional de tipo transversal (9)

### **Población y muestra:**

Se desarrolló el estudio en el Estudio de Pilates “Karina Mora” en el barrio de Martínez, Provincia de Buenos Aires, Argentina, en el cual participaron individuos de ambos sexos que residen en CABA y Gran Buenos Aires, Argentina y que cumplieron con los criterios de inclusión.

#### Tamaño de la muestra:

La muestra se conformó por 28 sujetos sanos de edades comprendidas entre 20-40 años de edad que participaron de forma voluntaria, dónde recibieron información y detalles del procedimiento.(10, 11)

#### Tipo de muestreo:

Una vez obtenida la muestra se realizó una aleatorización simple. A la misma se le midió la FMVI y realizó un plan de flexibilidad activa para la posterior evaluación. La aleatorización se realizó a través del sitio Web Randomization.com (<http://www.randomization.com>)

#### Criterios de inclusión:

Aquellos sujetos que realicen actividades deportivas y entrenen dos veces por semana.(10, 12)

#### Criterios de exclusión:

Todos aquellos que se nieguen a firmar el consentimiento informado o que se ausenten el día de la muestra.(10, 12)

#### Criterios de eliminación:

Fueron eliminados automáticamente aquellas personas que presenten lesiones neurológicas o neuromusculares de MMII al momento de realizar las pruebas.

## **Aspectos éticos:**

“El presente proyecto fue evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se le entregó a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y otro denominado “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, cualquier riesgo conocido a corto o largo plazo, posibles molestias; beneficios de los procedimientos aplicados; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indica cómo será mantenida la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmará dichos documentos.”

## **Procedimiento/s**

### Instrumento(s)/Materiales:

Para la medición de la fuerza máxima voluntaria isométrica se utilizó un dinamómetro marca *Fisiomove*, modelo *Isoforce*, un velcro y una camilla para colocar al sujeto al momento de realizar las pruebas.(7, 8, 13, 14)

### Método:

Cada sujeto fue informado sobre el procedimiento de pruebas y cada uno de ellos debió entregar el consentimiento escrito de participación en el estudio(2, 7, 8, 10, 13, 15, 16).

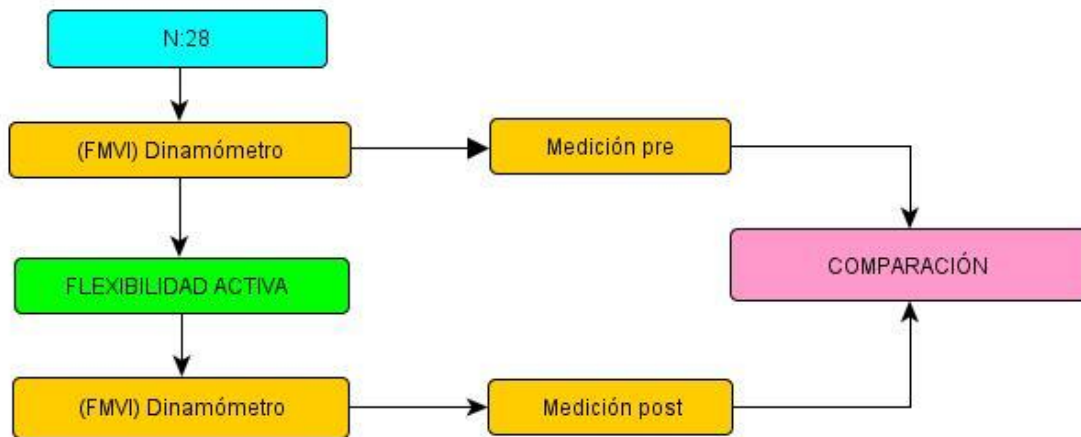
El estudio se dividió en tres etapas.

Etapa N°1 o Pre-test: Evaluación de la (FMIV) de los grupos musculares. Para medir la FIMV de los isquiotibiales el sujeto se colocó en la camilla de-cúbito ventral, con las rodillas flexionadas a un ángulo de 90° con respecto al muslo. Se le indico que lleve el talón a la cola y lo mantenga unos segundos en esa posición. Para medir los flexores plantares se le pidió al sujeto que se coloque sentado con rodillas extendidas sobre la camilla, con el tobillo en posición neutra de 90° y realice una flexión plantar(17) .Cada contracción fue mantenida por 5 segundos, repitiendo este proceso tres veces con 1 minuto de descanso entre cada repetición para evitar fatiga muscular.(7, 8, 10).El dinamómetro se colocó perpendicular a la pierna del sujeto por encima del maléolo.

Etapa N°2, flexibilidad activa: se realizó un plan de estiramiento de isquiotibiales. El mismo consistió en colocar al sujeto de pie con las piernas extendidas y se le indicó que realice movimientos de flexión del tronco frontal hacia abajo, tratando de alcanzar los tobillos con rebotes hacia abajo. (2, 12). Para estirar los flexores plantares, el sujeto se colocó de pie arriba de un escalón, sosteniéndose de una pared. Se le indicó que apoye sólo los metatarsos en el borde del escalón dejando los talones en suspensión. Luego, debió realizar una flexión dorsal y plantar del tobillo alternando uno y otro pie. Para cada grupo muscular los movimientos de rebote y flexión alternada se realizó 4 veces durante 30 segundo, controlado por un metrónomo. (2, 18, 19)

Etapa N°3 o post-test: Luego de un intervalo de 2 minutos se realizó una segunda evaluación de (FMVI) de ambos grupos musculares.(11).

### Diagrama de flujo, representación del diseño experimental



## Tratamiento estadístico de los datos:

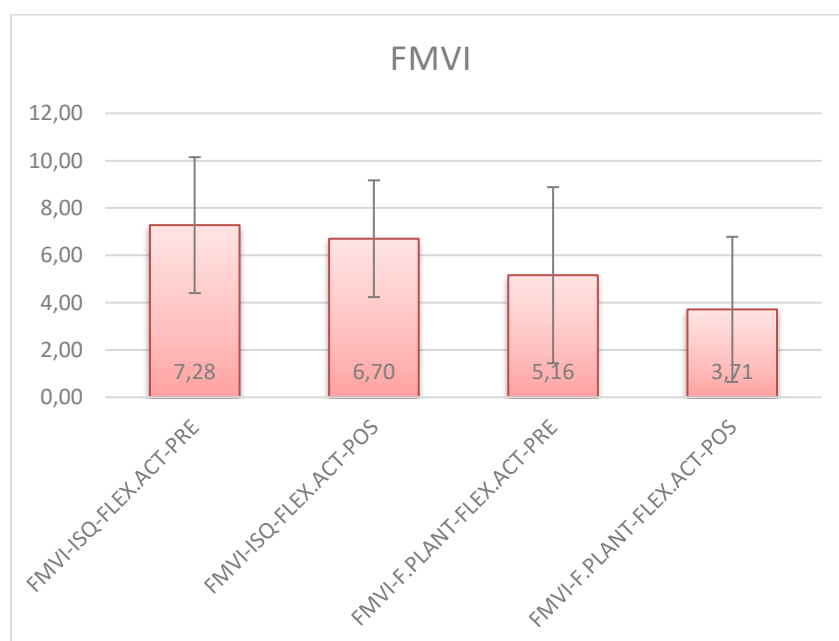
Los datos fueron volcados a una planilla de Microsoft Excel, donde se realizaron tablas y gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calculó promedio, desvío estándar, mínimo y máximo.

## RESULTADOS

La siguiente tabla muestra: valores promedio, desvíos estándar, máximos y mínimos obtenidos en las pruebas de FMVI con dinamometría, de pre y post sesión de estiramiento de los grupos musculares Isquiotibiales y Flexor Plantar.

Como resultado de las mediciones de la FMVI de los músculos isquiotibiales y flexores plantares tomadas con Dinamómetro, pre y post plan de Flexibilidad Activa se obtuvo los siguientes resultados: Para isquiotibiales pre, el promedio y desvío standard son  $7.28 \pm 2.87$  y post,  $6.70 \pm 2.47$ . Para flexores plantares, el promedio y desvío standard pre fueron de  $5.16 \pm 3.72$  y post de  $3.71 \pm 3.07$ .

n	FMVI-ISQ-FLEX.ACT-PRE	FMVI-ISQ-FLEX.ACT-POS	FMVI-F.PLANT-FLEX.ACT-PRE	FMVI-F.PLANT-FLEX.ACT-POS
<b>MEDIA</b>	7,28	6,70	5,16	3,71
<b>DESV. EST</b>	2,87	2,47	3,72	3,07
<b>MAX</b>	13,05	11,55	13,35	13,35
<b>MIN</b>	2,25	2,55	0,45	0,45



## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN**

El objetivo de este estudio fue evaluar la fuerza máxima voluntaria isométrica de los músculos, isquiotibiales y flexores plantares pre y post un plan de flexibilidad activa. Se utilizó para medir FMVI un dinamómetro isométrico.

Se puede apreciar en los resultados obtenidos que luego del plan de flexibilidad activa hubo un descenso en la fuerza máxima voluntaria isométrica de los músculos isquiotibiales y flexores plantares.

El estudio indica que no hubo una gran diferencia de la fuerza máxima voluntaria isométrica pre y post test al realizar flexibilidad activa. De hecho hay pocos estudios que hablan de este tipo de estiramiento y su eficacia en el rendimiento muscular. Sin embargo este estudio es incompatible con otros trabajos donde se han encontrado aumentos significativos en la producción de energía tras la finalización de una rutina de flexibilidad. Se podría concluir en base a los resultados obtenidos que a pesar de que los mismos fueron poco concluyentes el plan de flexibilidad activa podría tener efectos sobre la fuerza máxima voluntaria isométrica. No obstante en la mayoría de los trabajos recopilados el tamaño de la muestra fue mayor al igual que número de sesiones. Esto impulsa a realizar nuevas investigaciones con un N mayor donde los criterios de inclusión sean más específicos, considerando también otros métodos de evaluación para llegar a resultados significativos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kurt C. Alternative to traditional stretching methods for flexibility enhancement in well-trained combat athletes: local vibration versus whole-body vibration. *Biology of sport*. 2015;32(3):225-33.
2. Lim KI, Nam HC, Jung KS. Effects on hamstring muscle extensibility, muscle activity, and balance of different stretching techniques. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(2):209-13.
3. Abbas M, Bashir MS, Noor R. A comparative study of dynamic soft tissue mobilization vs. passive stretching technique to improve the flexibility of hamstrings in cricket players. *JPMA The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2017;67(5):779-81.
4. Chiu TC, Ngo HC, Lau LW, Leung KW, Lo MH, Yu HF, et al. An Investigation of the Immediate Effect of Static Stretching on the Morphology and Stiffness of Achilles Tendon in Dominant and Non-Dominant Legs. *PloS one*. 2016;11(4):e0154443.
5. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2016;41(1):1-11.
6. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Costa PB, de Oliveira CG. Acute Effects of Three Different Stretching Protocols on the Wingate Test Performance. *Journal of sports science & medicine*. 2012;11(1):1-7.
7. Hooten WM, Rosenberg CJ, Eldrige JS, Qu W. Knee extensor strength is associated with pressure pain thresholds in adults with fibromyalgia. *PloS one*. 2013;8(4):e59930.
8. Chauhan B, Hamzeh MA, Cuesta-Vargas AI. Prediction of muscular architecture of the rectus femoris and vastus lateralis from EMG during isometric contractions in soccer players. *SpringerPlus*. 2013;2:548.
9. Dorsch S, Ada L, Canning CG, Al-Zharani M, Dean C. The strength of the ankle dorsiflexors has a significant contribution to walking speed in people who can walk independently after stroke: an observational study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;93(6):1072-6.
10. Konrad A, Tilp M. Effects of ballistic stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Journal of Applied Physiology*. 2014;117(1):29-35.
11. Tsolakakis C, Bogdanis GC. Acute effects of two different warm-up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of sports science & medicine*. 2012;11(4):669-75.
12. Stafilidis S, Tilp M. Effects of short duration static stretching on jump performance, maximum voluntary contraction, and various mechanical and morphological parameters of the muscle-tendon unit of the lower extremities. *European journal of applied physiology*. 2015;115(3):607-17.
13. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Manzano-Lagunas J, Blanco H, Viciano J. Effects of a Stretching Development and Maintenance Program on Hamstring Extensibility in Schoolchildren: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of sports science & medicine*. 2016;15(1):65-74.
14. Lu TW, Hsu HC, Chang LY, Chen HL. Enhancing the examiner's resisting force improves the reliability of manual muscle strength measurements: comparison of a new

device with hand-held dynamometry. *Journal of rehabilitation medicine*. 2007;39(9):679-84.

15. Wallmann HW, Christensen SD, Perry C, Hoover DL. The acute effects of various types of stretching static, dynamic, ballistic, and no stretch of the iliopsoas on 40-yard sprint times in recreational runners. *International journal of sports physical therapy*. 2012;7(5):540-7.

16. Sim YJ. Comparison of isokinetic muscle strength and muscle power by types of. 2015;27(5):1491-4.

17. Cooper A, Alghamdi GA, Alghamdi MA, Altowaijri A, Richardson S. The relationship of lower limb muscle strength and knee joint hyperextension during the stance phase of gait in hemiparetic stroke patients. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*. 2012;17(3):150-6.

18. Jagers JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *J Strength Cond Res*. 2008;22(6):1844-9.

19. Sá MA, Neto GR, Costa PB, Gomes TM, Bentes CM, Brown AF, et al. Acute Effects of Different Stretching Techniques on the Number of Repetitions in A Single Lower Body Resistance Training Session. *Journal of Human Kinetics*. 2015;45:177-85.