

Article

# Efectos Agudos del Estiramiento Pasivo en el Rendimiento de la Potencia Muscular

Felipe Sampaio-Jorge<sup>1,2</sup>, Luiz Felipe C. Rangel<sup>1</sup>, Henrique R. Mota<sup>1</sup>, Anderson P. Morales<sup>1,2</sup>, Leonardo Costa<sup>1</sup>, Gabriela M.O. Coelho<sup>1,3,4</sup> y Beatriz G. Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación e Innovación en Ciencias de Deportes, Universidad Federal de Rio de Janeiro/Macaé, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Laboratorio de Análisis de Movimiento, Instituto Superior de CENSA, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

<sup>3</sup>Universidad de Estácio de Sá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>4</sup>Universidad Arthur Sá Earp Neto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

## RESUMEN

Sampaio-Jorge F, Rangel LFC, Mota HR, Morales AP, Costa L, Coelho GMO, Ribeiro BG. Efectos Agudos del Estiramiento Pasivo en el Rendimiento de la Potencia Muscular JEPonline 2014;17(6):81-89. El propósito de este estudio fue comparar los efectos agudos de una sesión de estiramiento pasivo de 60-seg (EP) en altura de saltos verticales (ASV), potencia muscular (PM), tiempo de vuelo (TV), y en sensación subjetiva del umbral del dolor (SSUD). Se usó un ensayo cruzado aleatorio con 6 atletas masculinos de la Liga Nacional de Basketball (NBB) del equipo de Macaé-RJ (edad:  $25.6 \pm 4.2$  años, masa corporal:  $101.9 \pm 13.2$  kg, altura:  $197 \pm 6$  cm, índice de masa corporal:  $26.3 \pm 6.1$  kg•m<sup>-2</sup>). Se los dividió en 2 grupos: Grupo de Control (GC) y Grupo de Estiramiento (GE). Los atletas realizaron 3 saltos verticales con un intervalo de 5-seg, usando la técnica del Counter Movement Jump (CMJ) en las pre- y post-sesiones con y sin EP, respectivamente. Hubo reducciones significativas ( $P < 0.05$ ) en todas las variables entre pre- y post-momentos en la ASV (GC  $-0.24 \pm 1.99\%$ ) vs. (GE  $-3.71 \pm 1.51\%$ ); la PM (GC  $-0.15 \pm 1.14\%$ ) vs. (GE  $-1.94 \pm 0.63\%$ ); el TV (GC  $-0.12 \pm 0.98\%$ ) vs. (GE  $-1.88 \pm 0.77\%$ ). Los resultados indican que la sesión de EP en atletas de alto rendimiento resultó en un efecto negativo en la SSUD que tuvo efectos negativos en las variables de potencia muscular.

**Palabras Clave:** Basketball, Salto Vertical, Estiramiento, Potencia Muscular

## INTRODUCCIÓN

El mundo de la ciencia del deporte ha jugado un rol esencial al contestar muchas preguntas sobre los beneficios de la salud del ejercicio regular y el rendimiento deportivo. Pero todavía hay muchas preguntas sin respuesta que probablemente no sean contestadas en décadas. Una de gran importancia práctica es si el uso del estiramiento realmente beneficia el rendimiento deportivo. Una segunda cuestión sin respuesta es si el estiramiento disminuye el riesgo de lesionarse de los atletas.

Shrier (24) concluyó que mientras una serie aguda de estiramiento no mejora la fuerza o la altura de salto, el estiramiento regular mejora la fuerza, la altura de salto, y la velocidad. Hay muchas preguntas sin responder sobre el estiramiento, la

economía de carrera, y varios efectos positivos y negativos asociados con el estiramiento agudo y crónico que podrían interferir con el rendimiento de los atletas (5-7, 10).

Egan y sus colegas (12) informaron que no hubo cambios relacionados con estiramiento en el pico de torque (PT) o en la potencia media (PMe) desde el pre- al post-estiramiento para cualquiera de los intervalos de prueba (post-5, post-15, post-30, y post-45 min). Sus resultados indican que el estiramiento estático no tuvo impacto en el PT o la PMe durante las acciones musculares isocinéticas concéntricas voluntarias máximas en mujeres universitarias jugadoras de basketball. En general ellos concluyeron que los atletas entrenados pueden ser menos susceptibles al déficit de la fuerza inducida por estiramiento, que los no-atletas, no entrenados (12, 27).

En una revisión meta-analítica, Simic et al. (25) concluyó que el estiramiento estático (EE), término que se intercambia frecuentemente con estiramiento pasivo (EP), antes del ejercicio tiene efectos agudos negativos significantes y de importancia práctica en la fuerza máxima y el rendimiento explosivo con resultados aún poco claros en lo que respecta a la potencia muscular. Ellos sí concluyeron en que hay beneficios relacionados con la distensión muscular, particularmente cuando el EP se incorpora en un calentamiento pre-ejercicio más integral.

De este modo, el propósito de este estudio fue comparar los efectos agudos de una sesión de estiramiento pasivo (EP) de 60-seg en altura de saltos verticales (ASV), potencia muscular (PM), el tiempo de vuelo (TV), y sensación subjetiva del umbral de dolor (SSUD) en atletas profesionales de la Liga Nacional de Basketball.

## MÉTODOS

### Sujetos

Se llevó a cabo un ensayo cruzado aleatorio (período de lavado de 3 días) con 6 atletas masculinos de la Liga Nacional de Basketball (NBB-Brasil) del equipo de Macaé-RJ (Tabla 1). Los sujetos se dividieron en 2 grupos: Grupo de Control (GC) y Grupo de Estiramiento (GE). Para determinar el peso y altura de los atletas, se utilizó la báscula Tanita (mod. BC-533) con una graduación de 100 gm y un estadiómetro portátil (Altorexata) con una precisión de 0.1 cm, respectivamente. Todas las mediciones se realizaron en el Gimnasio Municipal de Macaé.

Los sujetos se abstuvieron de la actividad física, el uso de alcohol, y el consumo de cualquier sustancia con cafeína durante las 24 hs anteriores a las evaluaciones. En el período de pre-temporada los sujetos se encontraban sin historia reciente de lesión ortopédica o cualquier otra contraindicación al ejercicio físico. Todos los sujetos recibieron instrucciones detalladas de los procedimientos usados en la investigación.

**Tabla 1.** Estadísticas Descriptivas para el Grupo de Control (GC) y el Grupo de Estiramiento (GE).

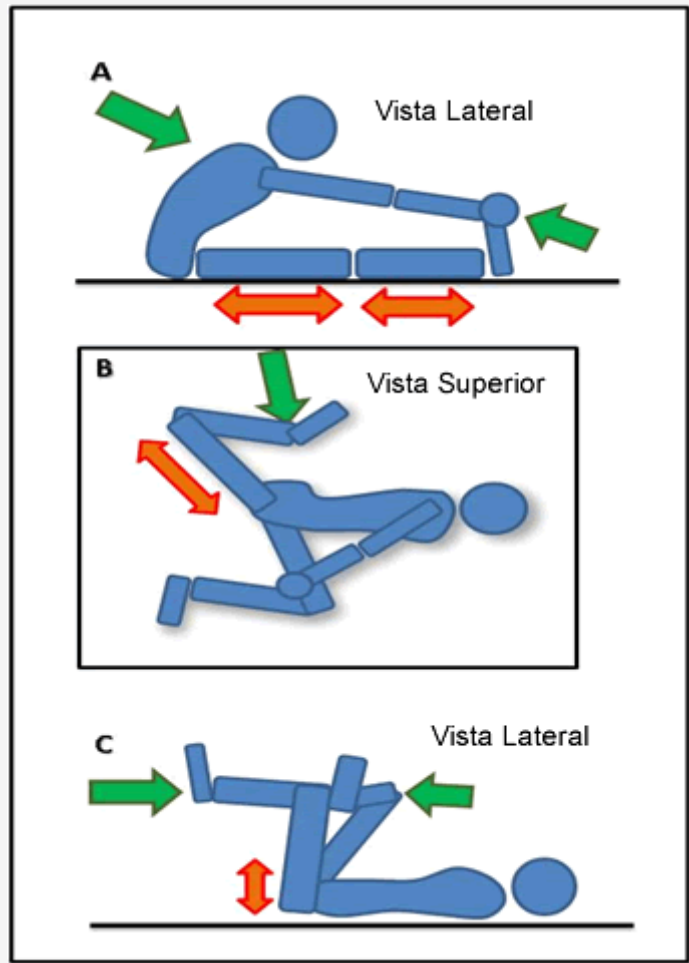
	GC (N = 6)	GE (N = 6)
<b>Edad (años)</b>	25.6 ± 4.2	25.6 ± 4.2
<b>Altura (cm)</b>	197 ± 6	197 ± 6
<b>Masa Corporal (kg)</b>	101.9 ± 13.2	101.9 ± 13.2
<b>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</b>	26.3 ± 6.1	26.3 ± 6.1

Media ± DE

### Procedimientos

**Test de Salto Vertical:** Los sujetos realizaron 3 SV en la plataforma de salto System Optical (Cefise®, São Paulo, Brasil) con un intervalo de 5 seg entre cada salto, usando la técnica del Counter Movement Jump (CMJ) en las pre- y post-sesiones del GC y el GE con entrada en calor y estiramiento, respectivamente. **Test de Salto Vertical con Calentamiento (GC):** Los sujetos realizaron 3 SV con un intervalo de 5 seg entre cada salto, usando el CMJ con el calentamiento por 5 min. **Test de Salto Vertical con Estiramiento (GE):** Los sujetos realizaron tres técnicas diferentes de estiramiento de miembros inferiores para medir la Sensación Subjetiva del Umbral de Dolor (SSUD): 1- estiramiento de isquiotibiales y gemelos (60 seg), 2- estiramiento de cuádriceps (60 seg para cada pierna), 3- estiramiento de glúteo mayor (60 seg para cada pierna)

(Figura 1) luego de haber realizado 3 SV con un intervalo de 5 seg entre cada salto, utilizando el CMJ.



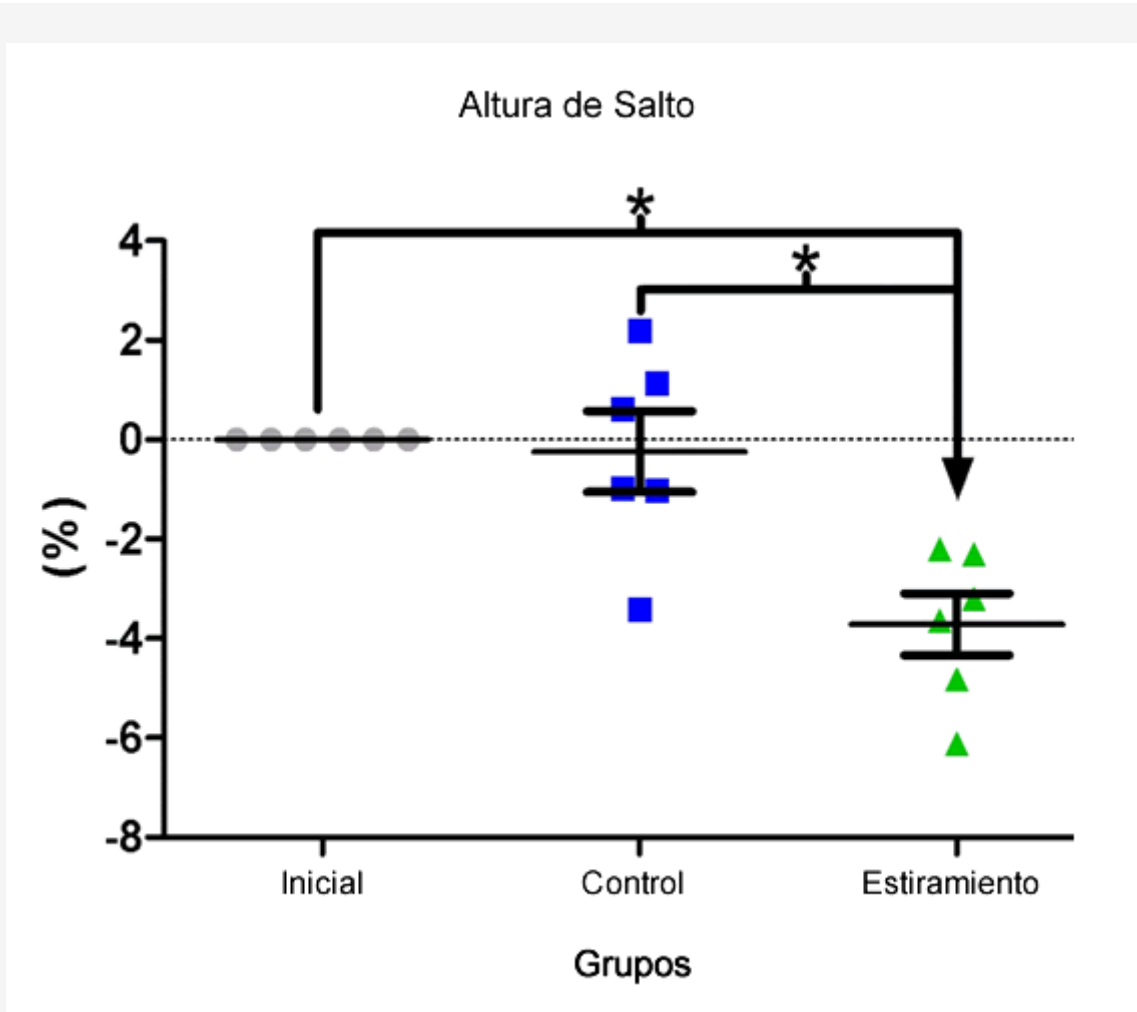
**Figura 1.** (A) El estiramiento de isquiotibiales se realizó con el sujeto en la posición de sentado con las piernas extendidas y juntas mientras los brazos permanecían extendidos con las manos sujetando los pies forzándolos a la dorsiflexión. (B) El estiramiento de cuádriceps se realizó mientras el sujeto estaba acostado en una posición lateral con el miembro inferior derecho hiperextendido en la cadera y flexionado en la rodilla. (C) El estiramiento de glúteo mayor se realizó en la posición supina con cadera y rodilla flexionada de un miembro inferior y con el otro ubicado en flexión con el pie en la rodilla del primer miembro para forzar las caderas en flexión con rotación del muslo.

### Análisis Estadísticos

Los datos fueron estandarizados en relación al período pre-estiramiento para determinar la influencia del estiramiento en el rendimiento del salto vertical en los datos porcentuales. Los datos se muestran a continuación como media  $\pm$  desviación estándar a partir de los cuales se aplicó el test interferencial unidireccional ANOVA y el test Tukey post hoc. El nivel de significancia se estableció en  $P \leq 0.05$  para todos los análisis.

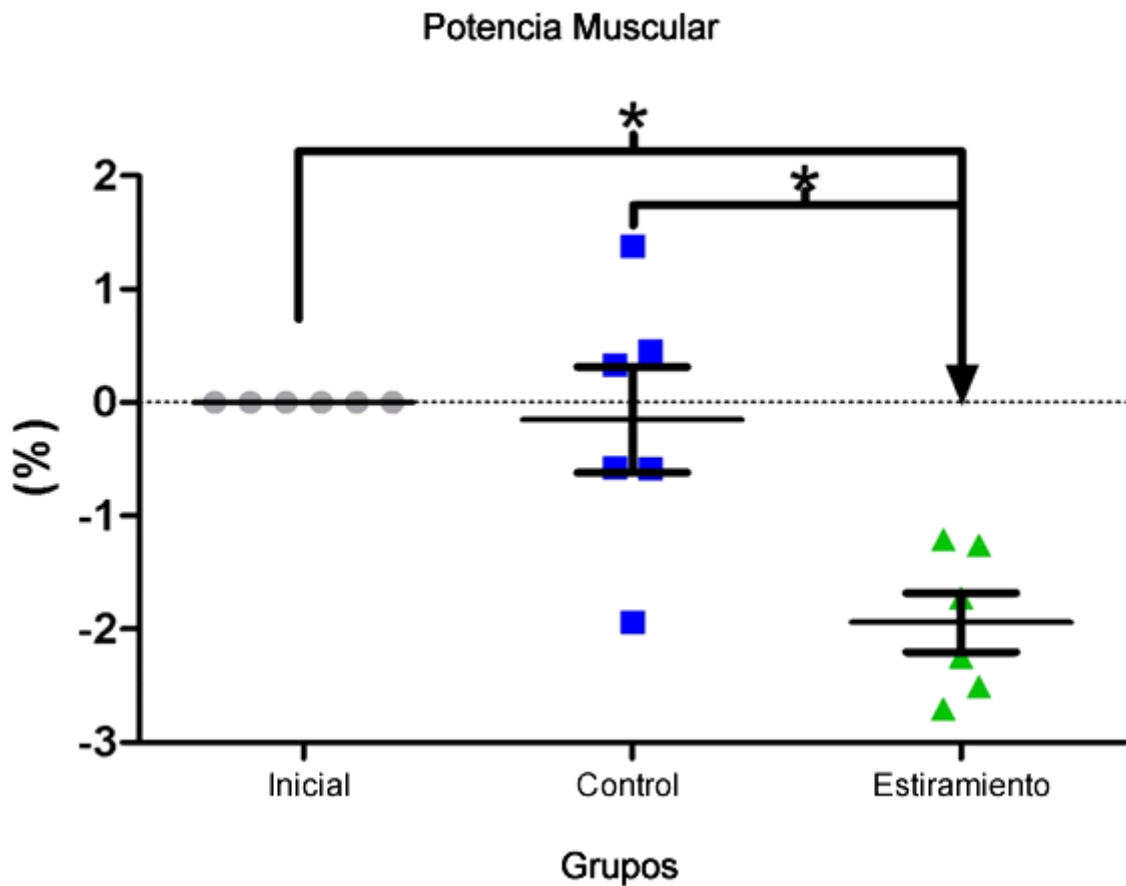
## RESULTADOS

Luego del análisis estadístico de la ASV, se determinó que hubo una reducción significativa en la máxima altura alcanzada por los sujetos en el GE de  $3.71 \pm 1.51\%$  versus la medición inicial ( $P < 0.05$ ). También hubo una disminución significativa en el rendimiento al comparar el GE con el GC ( $P < 0.05$ ). No hubo reducción en la ASV del GC ( $-0.24 \pm 1.99\%$ ) en comparación con la inicial ( $P > 0.05$ ) (Figura 2).



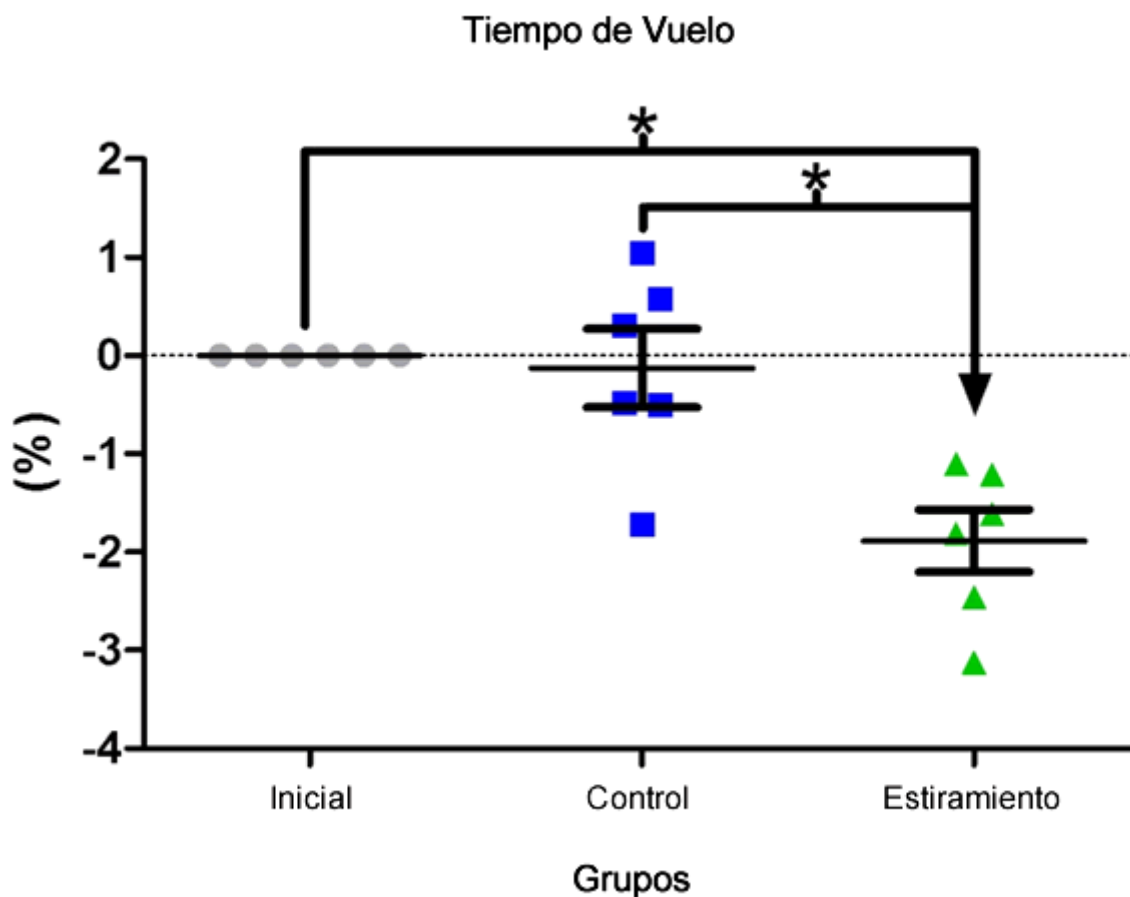
**Figura 2.** Efecto del Estiramiento Pasivo en la Altura de Salto Vertical (ASV). \*Hubo una reducción en la ASV del GE comparada con la inicial y el GC ( $P < 0.05$ ) No se encontraron diferencias entre el GC y la inicial ( $P > 0.05$ ).

El GC no mostró una diferencia estadística significativa en la PM desde el inicio ( $CG -0.15 \pm 1.14\%$ ) ( $P > 0.05$ ) mientras el GE demostró una reducción significativa en la potencia de  $1.94 \pm 0.63\%$  comparada con la medición inicial ( $P < 0.05$ ). Al comparar el GC con el GE, también se registró un rendimiento menor en el GE ( $P < 0.05$ ) (Figura 3).



**Figura 3.** Los Efectos del Estiramiento Pasivo en la Potencia Muscular (PM). \*Hubo una reducción en la PM del GE comparada con el GC y la inicial ( $P < 0.05$ ). No hubo cambio en la PM del GC comparado con el momento inicial ( $P > 0.05$ ).

Hubo una disminución significativa en el TV en el GE ( $P < 0.05$ ) de  $1.88 \pm 0.77\%$  comparado con el tiempo observado al inicio. También se observó un tiempo de vuelo más corto cuando el GE se comparó con el GC ( $P < 0.05$ ). No se encontró ninguna diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el GC ( $-0.12 \pm 0.98\%$ ) (consultar Figura 4).



**Figura 4.** Los Efectos del Estiramiento Pasivo en el Tiempo de Vuelo (TV). \*Indica una disminución significativa de TV en el GE comparado al inicial y al GC ( $P < 0.05$ ). No hubo diferencia del TV en el GC comparado con la medición inicial ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar los efectos agudos de un estiramiento pasivo de 60-seg (EP) por grupo muscular por un total de 5 min en la altura de saltos verticales (ASV), la potencia muscular (PM), el tiempo de vuelo (TV) y la Sensación Subjetiva del Umbral de Dolor (SSUD). Aunque los atletas ya estaban familiarizados con la rutina del estiramiento, el EP interfirió con la potencia muscular de los sujetos en los saltos verticales. Hubo una reducción estadísticamente significativa en el rendimiento en ASV, PM y TV en los atletas de basketball.

Estos resultados están de acuerdo con los resultados de Vetter (28) quien usó 60 seg de EP para evaluar los efectos perjudiciales en la ASV. Por otro lado, hay estudios que usaron 45 seg (15, 18, 27), 60 seg (21) y 90 seg (4, 16, 23) de estiramiento estático (es decir, un término también usado para estiramiento pasivo, EP) y no encontraron interferencia en la ASV de los sujetos.

Una revisión bibliográfica relacionada con los efectos del estiramiento en el rendimiento de la fuerza muscular señaló que cuando hay una disminución en la fuerza luego del EP, hay una mayor elasticidad muscular que lleva a una menor resistencia al estiramiento (8, 14, 17, 22). Los mismos autores también destacaron que este hecho puede limitar la interacción natural de los puentes cruzados y, por lo tanto, resultar en una disminución de la capacidad de los músculos de producir fuerza y potencia.

Edman y Tsuchiya (11) concluyeron que durante el ejercicio de estiramiento pasivo la estructura más influenciada es la titina elástica y que las propiedades de complianza del tendón y de todas las otras estructuras elásticas cambiaban menos

que esta proteína. La titina es una proteína sarcomérica gigante que se extiende desde la línea Z a la línea M. Debido a su localización en el sarcómero, es un sensor biomecánico importante con un rol clave en mantener la integridad estructural del sarcómero. La titina funciona como un "resorte bidireccional" que gobierna la longitud del sarcómero. La titina realiza ajustes apropiados de tensión pasiva donde varía la longitud (13). Este punto de vista coincide con otros estudios que hablan de la titina como la estructura principal responsable de la elasticidad muscular (1, 26). Además, al investigar este asunto, Avela et al. (1) informó la hipótesis de que la complianza aumentada a causa del estiramiento sería responsable de la reducción en la respuesta provocada por los husos musculares, y subsecuentemente de una menor actividad de las motoneuronas.

Obviamente, tal resultado complica la decisión de estirar antes del ejercicio aunque se cree que ayuda en prevenir una lesión al sistema musculoesquelético. Sin embargo, es más que razonable concluir que la fuerza muscular se reduce por 1 hora luego del EP, dado el compromiso en la habilidad de los músculos para producir fuerza. En concordancia, Cramer et al. (9) informó sobre los efectos agudos del estiramiento estático en el pico de torque de las mujeres. Ellos encontraron una disminución en el pico de torque concéntrico del extensor de rodilla a velocidades angulares altas (240·seg<sup>-1</sup>) y bajas (60·seg<sup>-1</sup>) luego de estiramientos estáticos activos y pasivos.

Para los atletas que participan en deportes que requieren fuerza y potencia muscular, el uso del EP (es decir, estiramiento estático) antes de una actividad deportiva puede producir una reducción significativa pero temporal en la fuerza máxima y el rendimiento de la fuerza. Sin embargo, ya que el calentamiento es un componente importante en la preparación del entrenamiento y la competición, la actividad aeróbica liviana y los ejercicios específicos para cada deporte están indicados con el propósito de preparar de forma segura a los atletas para el rendimiento deportivo con menos riesgo de lesiones asociadas.

También, el estiramiento dinámico (también referido como estiramiento balístico) puede ser un excelente sustituto del EP, especialmente porque podría ser menos probable que redujera la fuerza y el rendimiento mientras se producirían resultados similares en la mejora de la flexibilidad (3). Pero, aquí otra vez, otros estudios (2, 20) indican que el estiramiento dinámico no es tan efectivo en el aumento de la flexibilidad estática como lo es el estiramiento estático en una sesión individual de calentamiento.

## CONCLUSIONES

---

Fue posible concluir que las sesiones de EP en atletas de alto rendimiento en la SSUD produjeron efectos negativos en las variables de la potencia muscular. Por lo tanto, se sugiere que la práctica del estiramiento no debería usarse antes de actividades de fuerza y potencia muscular en atletas. Se deberían llevar a cabo más estudios de diferentes intensidades de estiramiento tales como estiramiento estático sub-umbral y estiramiento a un umbral incómodo con el uso de diferentes técnicas de SV (drop jump y el squat jump) para verificar la influencia en el rendimiento de la ASV. También, se sugiere que deberían usarse duraciones más cortas que 60 segundos en todos los ejercicios de EP.

## AGRADECIMIENTOS

---

A los autores les gustaría agradecer a: Macaé Basketball Association Team, IMMT/Macaé, FESPORTUR/Macaé and FAPERJ.

**Dirección de Correo:** Beatriz G. Ribeiro, PhD, Laboratory Research and Innovation in Sports Sciences, Federal University of Rio de Janeiro - Macaé Campus, RJ, Brazil. 159, Alcides da Conceição, Granja dos Cavaleiros, Macaé, Rio de Janeiro, Brazil 27930-560. +552227933-378; ribeironcalvesb@gmail.com

## REFERENCIAS

---

1. Avela J, Kyröläinen H, Paavo KV. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol.* 1999;86:4:1283-1291.

2. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. (1998). *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27:295-300.
3. Beedle BB, Mann CL. (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *J Strength Cond Res.* 2007;21:776-779.
4. Behm DG, Bradbury EE, Haynes AT, Hodder JN, Leonard AM, Paddock NR. Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. (2006). *J Sports Sci Med.* 2006;5:33-42.
5. Brandenburg J, Pitney WA, Luebbers PE, Veera A, Czajka A. (2007). Time course of changes in vertical-jumping ability after static stretching. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2:2:170-181.
6. Burkett LN, Phillips WT, Ziuraitis J. (2005). The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J Strength Cond Res.* 2005;19:3:673-676.
7. Chaouachi A, Castagna C, Chatara M, Brughelli M, Turki O, Galy O, Chamari K, Behm DG. (2010). Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *J Strength Cond Res.* 2010;24:8:2001-2011.
8. Cramer JT, Housh TJ. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanography. *J Sports Physiol.* 2005;25:530-539.
9. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. (2004). *J Strength Cond Res.* 2004;v.18:236-241.
10. Dalrymple KJ, Davis SE, Dwyer, GB, Moir, GL. (2010). Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:149-155.
11. Edman KA, Tsuchiya T. (1996). Strain of passive elements during force enhancement by stretch in frog muscle fibers. *J Physiol.* 1996;490:191-205.
12. Egan AD, Cramer JT, Massey LL, Marek SM. (2006). Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *J Strength Cond Res.* 2006;20:778-782.
13. Ferreira RC, Carvalho RF, Pires IF, Moreira AL. (2011). Papel da titina na modulação da função cardíaca e suas implicações fisiopatológicas. *Arq. Bras. Cardiol.* 2011;96:332-339.
14. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89:1179-1188.
15. Gonzalez-Rave JM, Machado L, Navarro-Valdivielso F, Vilas-Boas JP. (2009). Acute effects of heavy-load exercises, stretching exercises, and heavy-load plus stretching exercises on squat jump and countermovement jump performance. *J Strength Cond Res.* 2009;23:472-479.
16. Handrakis JP, Southard VN, Abreu JM, Aloisa M, Doyen MR, Echevarria LM, Hwang H, Samuels C, Venegas SA, Douris PC. (2010). Static stretching does not impair performance in active middle-aged adults. *J Strength Cond Res.* 2010;24:825-830.
17. Herda TJ, Cramer JT, Ryan ED, McHugh MP. (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanography of the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res.* 2008;22:809-817.
18. Knudson D, Bennett K, Corn R, Leick D, Smith C. (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump *J Strength Cond Res.* 2001;15:98-101.
19. Minajeva A, Kulke M, Fernandez JM, et al. (2001). Unfolding of titin domains explains the viscoelastic behavior of skeletal myofibrils. *Biophys J.* 2001;80:1442-1451.
20. O'Sullivan K, Murray E, Sainsbury D. (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:37-42.
21. Robbins JW, Scheuermann BW. (2008). Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2008;22:781-786.
22. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR, Cramer JT. (2008). Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *J Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:1529-1537.
23. Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. (2008). Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res.* 2008; 22:1422-1428.
24. Shrier I. Does stretching improve performance? (2004). A systematic and critical review of the literature. *J Clin Sport Med.* 2004;14:267-273.
25. Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? (2013). A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports.* 2013;23:131-148.
26. Tskhovrebova L, Trinick J. (2001). Flexibility and extensibility in the titin molecule: Analysis of electron microscope data. *J Mol Biol.* 2001;310:755-771.
27. Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res.* 2005;19:206-212.
28. Vetter RE. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21:819-823.