

**UNIVERSIDAD NACIONAL
COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**EFFECTO AGUDO DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO Y DINÁMICO SOBRE
EL RENDIMIENTO Y LA PERCEPCIÓN DE ESFUERZO EN EJERCICIO
CONTRA RESISTENCIA**

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo.

Gabriela Espinoza Acuña

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia, Costa Rica

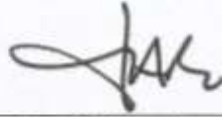
2018

**EFFECTO AGUDO DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO Y
DINÁMICO SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA PERCEPCIÓN DE
ESFUERZO EN EJERCICIO CONTRA RESISTENCIA**

Gabriela Espinoza Acuña

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

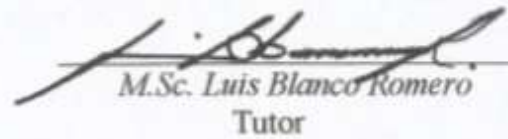
Miembros del Tribunal Examinador



Dr. Felipe Araya Ramirez
Vicedecano de la Facultad de Ciencias de la Salud




Dr. Jorge Salas Cabrera
Representante de la Dirección
CIEMHCAVI



M.Sc. Luis Blanco Romero
Tutor



M.Sc. Juan Carlos Gutiérrez Vargas
Asesor



M.Sc. Daniel Rojas Valverde
Asesor



Gabriela Espinoza Acuña
Sustentante

Artículo científico sometido a consideración del Tribunal Examinador de Trabajos de Graduación para optar por el grado y título de Licenciatura en Ciencias del Deporte con énfasis en Rendimiento Deportivo. Cumple con los requisitos establecidos por la Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

EFECTO AGUDO DEL ESTIRAMIENTO ESTÁTICO Y DINÁMICO SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA PERCEPCIÓN DE ESFUERZO EN EJERCICIO CONTRA RESISTENCIA

Gabriela Espinoza Acuña

Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida

Universidad Nacional, Costa Rica

Resumen:

El propósito del presente estudio fue comparar el efecto agudo del estiramiento estático y dinámico entre series sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en la ejecución de un ejercicio de contra resistencia. Participaron un total de 30 sujetos masculinos físicamente activos y aparentemente sanos con experiencia mínima de cuatro meses en el entrenamiento contra resistencia, con un promedio de edad: 23.4 ± 3.2 años, un peso: 71.76 ± 6.0 kg, talla: 172 ± 6.1 cm, porcentaje de grasa: $16.3 \pm 5.3\%$ y masa músculo esquelética: 34.51 ± 3.2 kg, 10 sujetos en cada grupo fueron asignados de manera aleatoria a las condiciones experimentales grupo control (sin estiramiento entre series), grupo con estiramiento estático entre series (EE) y grupo con estiramiento dinámico entre series (ED), los datos obtenidos fueron analizados mediante un ANOVA de una vía. Los resultados obtenidos indican que no se registraron diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de las variables relacionadas con el rendimiento: ($F_{(2,29)} = 1.37, p = .27, \omega_p^2 = .02$), en el índice de fatiga, ($F_{(2,29)} = 2.25, p = .12, \omega_p^2 = .07$) en el número total de repeticiones, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la percepción de esfuerzo ($F_{(2,29)} = 0.46, p = .63, \omega_p^2 = -.03$). Se concluye que el rendimiento expresado en el índice de fatiga y el número total de repeticiones, así como la percepción de esfuerzo, no se ven afectados de manera aguda por el uso de estiramiento entre series, sea de tipo estático o dinámico.

Palabras claves: fuerza, estiramiento, entrenamiento con pesas

Abstract:

The main objective of this study was to compare the acute effect of static and dynamic inter set stretching on performance during resistance training. Thirty physically active and apparently healthy male subjects participated in the study with a minimum experience of 4 months in resistance training, mean of age: 23.4 ± 3.2 years, body mass: 71.76 ± 6.0 kg, height: 172 ± 6.1 cm, body fat %: $16.3 \pm 5.3\%$ and lean mass: 34.51 ± 3.2 kg. Then subjects were randomly assigned by group: control group (without stretching inter series), group with static inter series stretching (SS) and group with dynamic inter series stretching (DS). Data were analyzed by means of a one-way ANOVA. The results indicated that there were no statistically significant differences in the behavior of the variables related to performance: ($F_{(2,29)} = 1.37, p = .27, \omega_p^2 = .02$) in the fatigue index, ($F_{(2,29)} = 2.25, p = .12, \omega_p^2 = .07$) in the total number of repetitions. Neither significant differences were observed in the perceived exertion ($F_{(2,29)} = 0.46, p = .63, \omega_p^2 = -.03$). It is concluded that the performance expressed in the fatigue index and total number of repetitions, as well as the perceived exertion is not affected acutely by the use of inter-series static or dynamic stretching.

Key Works: strength, stretching, resistance training

Introducción

El uso de ejercicios de estiramiento antes, durante y después del entrenamiento, ha sido una práctica común en atletas y personas físicamente activas (Rubini, Costa y Gomes, 2007). Lo anterior, bajo el supuesto de que el uso de esta estrategia está relacionado con los efectos profilácticos asociados a la prevención de lesiones, ergogénicos relacionados a un mejor rendimiento muscular y una mejor recuperación post ejercicio (McHugh y Cosgrave, 2010; Rabita y Delextrad, 2013). Entre los ejercicios de estiramiento se pueden encontrar el balístico, la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), el estiramiento estático y el dinámico, siendo estas dos últimas las más utilizadas (Serefoglu, Sekir, Gür y Akova, 2017). Sin embargo, varios estudios han reportado que la ejecución de estiramientos estáticos previos al ejercicio pueden reducir el rendimiento muscular (Bacurau, Monteiro, Ugrinowitsch, Tricoli, Cabral y Aoki, 2009; Barroso, Tricoli, Santos-Gil, Ugrinowitsch y Roschel 2012; Endlich et al., 2009; Gomes, Simao, Marques, Costa y da Silva-Novaes, 2011; Rubini, Costa y Gomes, 2007), igualmente, recientes revisiones sistemáticas indican que la ejecución de ejercicios de estiramientos estáticos prolongados pueden comprometer la producción de fuerza tanto isocinética como isométrica (Behm y Chaouachi, 2011; Kay y Blazevich, 2012). En este mismo sentido, un meta análisis realizado por Simic, Sarabon y Markovicl (2013), reportó que la fuerza muscular disminuye significativamente, con tamaño de efecto (TE): -0.10 (IC95%: -0.15 a -0.04), expresado en valores relativos una disminución del -5.4% (IC95%: -6.6% a -4.2%).

Estudios como el de Beedle, Rytter, Healy y Ward (2008), realizado con 19 hombres y 32 mujeres en edad colegial, no encontraron diferencias en la fuerza máxima del 1RM (1 repetición máxima) en el press de banca y press de piernas, cuando estos estuvieron precedidos por estiramientos estáticos y dinámicos. Otro estudio similar realizado por Bacurau et al. (2009), con 14 mujeres físicamente activas (23.1 ± 3.6 años), reporta reducciones de la fuerza en el press de pierna al comparar el estiramiento estático con el estiramiento dinámico en 2.2% y en un 13.4% al compararlo contra el grupo control. En esta misma línea, Barroso et al. (2012), en un estudio realizado con 12 hombres entrenados en fuerza con una edad promedio de (20.4 ± 4.5) años, registró disminuciones significativas en el número de repeticiones en el press de piernas en el grupo de estiramiento estático en un 20.8% y del 17.8% en el grupo de estiramiento dinámico en comparación con la condición control (no estirar). Por su parte, Endlich et al. (2009), en un estudio realizado con 14 sujetos masculinos con una edad promedio de (23 ± 2) años, reportó disminuciones significativas en la fuerza muscular en el press de banca en un 9.2% y de un 14.3% en el press de pierna cuando estuvo precedido por estiramiento estático.

Con respecto a los efectos agudos del estiramiento dinámico sobre la fuerza Costa, Herda, Herda y Cramer, (2014), en un estudio realizado en 21 mujeres con edad promedio (20.6 ± 2) años reportaron que el estiramiento dinámico redujo significativamente la fuerza de los músculos isquiotibiales en ejercicios concéntricos y excéntricos. En contra parte, Sekir, Arabaci, Akova y Kadagan, (2010), registraron un incremento significativo en la fuerza isocinética en la flexión y extensión de pierna, producto del uso del estiramiento dinámico como parte del calentamiento, efectos positivos sobre la fuerza en la extensión de pierna también fueron encontrados por Yamaguchi, Ishii, Yamanaka y Yasuda (2007), de igual forma recientes revisiones sistemáticas referentes al uso del estiramiento dinámico apuntan

hacia la existencia de aumentos en la fuerza con una magnitud de pequeña a moderada (Sekir et al., 2010; Yamaguchi e Ishii, 2005; Yamaguchi et al., 2007). En una reciente revisión realizada por Opplert y Babault (2018), señala que el estiramiento dinámico mejora el rendimiento muscular producto del aumento de la temperatura muscular causada por la contracción voluntaria asociada con la extensión dinámica.

Son pocos los estudios que han investigado el efecto agudo del estiramiento sobre la fatiga y sus resultados presentan controversia, por ejemplo (Franco, Signorelli, Trajano y de Oliveira, 2008; Gomes et al., 2011), no observaron ningún efecto del estiramiento estático sobre la cantidad total de repeticiones en el press de banca realizado al 85% y 80% del 1RM hasta el fallo muscular, respectivamente. Por su parte, Costa, Ruas y Smith (2017), en un reciente estudio realizado con 17 mujeres (21.8 ± 2.1 años) y 18 hombres (25.8 ± 4.6 años) reportan no observar diferencias significativas en la cantidad de repeticiones realizadas en la segunda serie de flexión de piernas con al 60% del 1RM entre quienes realizaron estiramiento estático y el grupo control. Mientras que otras investigaciones como (Endlich et al., 2009; Nelson, Kokkonen y Arnall, 2005), mostraron que el estiramiento estático antes del entrenamiento de contra resistencia reduce el rendimiento en el número total de repeticiones.

En lo referente al estiramiento dinámico e indicadores de fatiga, no se registran estudios donde se haya analizado el efecto de este tipo de estiramiento sobre la cantidad de repeticiones, no obstante cabe mencionar que en estudio similares lo que se ha utilizado son estiramientos de carácter bálístico (Bacurau et al. (2009), reportaron que el estiramiento balístico previo al entrenamiento, no disminuye significativamente la cantidad de repeticiones, por su parte Barroso et al. (2012), observaron disminuciones significativas en la cantidad de repeticiones, equivalentes a un 18.2%. En cuanto al índice de fatiga propiamente dicho Ribeiro et al. (2014), en un estudio con 15 hombres jóvenes (26.2 ± 0.7 años), reportaron que el estiramiento estático previo al ejercicio de contra resistencia, específicamente en el press de banca no afecta este indicador de rendimiento.

En cuanto a la valoración de la percepción de esfuerzo realizado, con el uso de técnicas de estiramiento en el entrenamiento de contra resistencia son escasos los estudios al respecto, por ejemplo, Laur, Anderson, Geddes, Crandall y Pincivero, (2003) no observaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción de esfuerzo entre quienes realizaron estiramiento estático y quienes no estiraron previo a la realización de la flexión y extensión de piernas.

La mayoría de los estudios supracitados, han analizado el efecto agudo ya sea del estiramiento estático o del estiramiento dinámico realizado previamente al ejercicio, tanto de manera conjunta o separada. Esta evidencia apunta a la existencia de controversia en los resultados, por un lado se señala una reducción en el rendimiento, particularmente en la fuerza muscular, producto del uso de estiramientos estáticos, algunos mecanismos fisiológicos que podrían explicar estas reducciones en el rendimiento de la fuerza son: cambios en las propiedades viscoelásticas de las uniones musculotendinosas (Kubo, Kanehisa, Kawakami y Fokunaga, 2001; Soares-Caldeira et al. 2009), y a factores neurológicos como el decrecimiento del nivel de activación de las unidades motoras causado por el reflejo tendinoso de Golgi y alteraciones en la disposición de las fibras musculares (Fowles, Sale y MacDougall, 2000). En contra parte, la evidencia apunta a un eventual

beneficio al utilizar estiramientos dinámicos realizados previos al ejercicio como resultado del aumento de la temperatura por el movimiento.

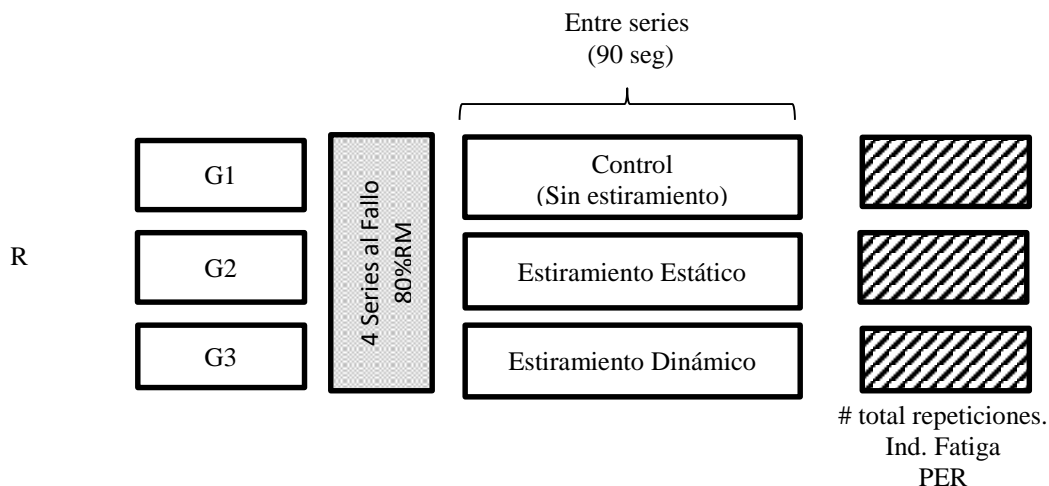
No obstante, pocos estudios han analizado el uso de estas técnicas de estiramiento, entre series en el entrenamiento de contra resistencia, Souza et al. (2013), sometieron a un grupo de 16 hombres entrenados con una edad promedio de 22 ± 2 años, a un protocolo de entrenamiento estático de tres veces por semana, durante ocho semanas, obteniendo como resultado, que el grupo que realizó estiramiento estático entre series incrementó significativamente su rendimiento en el 8RM en la extensión de pierna.

Por su parte Miranda, De Freitas-Maia, Andrade-Paz y Costa (2015), analizaron el efecto agudo del estiramiento estático entre series de la musculatura antagonista en 10 hombres entrenados (22.4 ± 0.9 años), reportando un incremento significativo del número de repeticiones en el grupo experimental en comparación con el grupo control, no teniéndose registros de estudios similares con el uso de estiramiento dinámico entre series. Sin embargo, es común observar en centros de acondicionamiento físico a los usuarios estirar entre series, sin que exista suficiente evidencia científica al respecto. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar el efecto agudo del estiramiento estático y dinámico entre series sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en la ejecución de un ejercicio de contra resistencia.

Metodología

Diseño y tipo de estudio:

Este es un estudio experimental realizado con un diseño por grupos independientes, donde se asignó aleatoriamente los sujetos (10 en cada grupo) a las condiciones de estudio, siendo G1: grupo control (sin estiramiento entre series), G2: grupo experimental uno (estiramiento estático entre series), G3: grupo experimental dos (estiramiento dinámico entre series).



Nota: R: Asignación aleatoria, G1-G2-G3: grupos, PER: Percepción del esfuerzo realizado

Figura 1. Esquema de diseño experimental.

Participantes:

Participaron en el presente estudio un total de 30 sujetos masculinos, físicamente activos (promedio de edad: 23.4 ± 3.2 años, peso: 71.76 ± 6.0 kg, talla: 172 ± 6.1 cm, porcentaje de grasa: $16.3 \pm 5.3\%$ y masa músculo esquelética: 34.51 ± 3.2 kg). Los mismos debieron cumplir con el criterio de inclusión de tener al menos una experiencia mínima de cuatro meses en el entrenamiento de contra resistencia, misma que fue confirmada por los registros de inscripción del Centro de Desarrollo y Rehabilitación de la Salud (CEDERSA), de la Escuela de Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida de la Universidad Nacional, lo anterior para garantizar el manejo de la técnica y la capacidad para poder realizar la prueba de 1RM. Su participación en el estudio fue voluntaria, los procedimientos experimentales, los riesgos asociados y los beneficios se explicaron a cada participante, esto fue documentado en un formulario de consentimiento informado firmado por cada uno de ellos. El estudio fue diseñado de acuerdo con las recomendaciones para investigación clínica de la Asociación Médica Mundial, según la Declaración de Helsinki, Fortaleza, 2013.

Instrumentos y materiales

Variables antropométricas para la caracterización de la muestra: la talla se midió por medio de un tallímetro marca “Tanita”, con una sensibilidad de ± 1 mm. El peso corporal, el porcentaje de grasa y la masa músculo esquelética se estimaron por medio de un analizador de composición corporal por bioimpedancia magnética marca “InBody” modelo “230”, el cual reporta un nivel de validez de ($r= 0.94$) con respecto al análisis por medio de la absorciometría dual por rayos X (DEXA por sus siglas en inglés), (Karelis, Chamberland, Aubertin-Leheudre y Duval, 2013) y presenta un margen de error del 3% (Costa-Moreira, Alonso-Aubin, Patrocínio de Oliveira, Candia-Luján y de Paz, 2015).

Variables dependientes

Nivel de fuerza y rendimiento: la fuerza fue estimada mediante la prueba de 1RM, bajo el protocolo establecido por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés) (2014). El rendimiento fue estimado mediante el número de repeticiones realizadas bajo una misma intensidad, en este caso el 80% del 1RM. También se estimó el índice de fatiga como indicador de rendimiento, el cual fue calculado mediante fórmula propuesta por Sforzo y Touey (1996).

$$IF = \left(\frac{CT_{serie1} - CT_{serie4}}{CT_{serie1}} \right) * 100$$

Nota: IF: índice de fatiga; CT: carga total (peso levantado x cantidad de repeticiones).

Percepción de esfuerzo: la percepción de esfuerzo fue valorada mediante la OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise, la cual presenta un nivel de validez de ($r= 0.87$) y fue desarrollada por Roberson et al. (2003).

Duración del tiempo de descanso y estiramiento: el tiempo de estiramiento se registró con un cronómetro digital, marca “Casio”, modelo HS-60W, la velocidad del movimiento en el estiramiento dinámico fue establecida mediante el uso de un metrónomo marca “Wave”, la misma fue de una cadencia de 45 golpes por minuto.

Equipo biomecánico: tanto en la prueba de 1RM como el protocolo del entrenamiento fueron ejecutados en un Chest Press Machine Cybex, modelo 4800-90 "Press Pecho Máquina Vertical, agarre horizontal", (figura 2).



Figura 2. Máquina Press Pecho Máquina Vertical

Procedimiento:

Se solicitó el respectivo permiso ante el programa CEDERSA para llevar a cabo el estudio en sus instalaciones, posteriormente se revisó el registro de usuarios para obtener el listado inicial de quienes cumplían con el criterio de inclusión de al menos cuatro meses de experiencia en el entrenamiento contra resistencia. Una vez obtenida esta información, se procedió a contactar a los sujetos, se les invitó a participar en el estudio, en aquellos casos donde existió interés, se les explicó el objetivo del mismo, el protocolo, los riesgos y beneficios del estudio. Posteriormente, se firmó el consentimiento informado y se agendó la sesión para la evaluación de las variables antropométricas y la prueba de 1RM. Se definió la segunda sesión para la ejecución del protocolo de entrenamiento siete días después, asimismo, se les indicó que 48 horas antes no debían realizar ejercicios de contra resistencia para el músculo pectoral.

Sesión de evaluación y familiarización

Se midió la talla, el peso, el porcentaje de grasa y masa músculo esquelética, posteriormente se estimó el 40% del peso corporal para realizar una serie de ocho repeticiones como calentamiento, se dio una pausa de dos minutos para iniciar con la prueba de 1RM, para la carga inicial se determinó el 90% del peso corporal, para el segundo intento se le preguntó al sujeto si podía realizar un nuevo levantamiento con un peso mayor y que indicara si se le agregaba, 5, 10 o 15 libras más, pasados tres minutos se realizó el segundo intento, este mismo procedimiento se utilizó para el tercer y cuarto intento cuando fue necesario.

Al finalizar la prueba se les presentó la escala "OMNI Resistance Test" para que valoraran el esfuerzo realizado y esto sirviera para que se familiarizaran con la misma, posteriormente se les explicó y practicó los eventuales tipos de estiramiento estático y dinámico, en este último la práctica fue con el uso del metrónomo a la velocidad que se utilizaría el día de la sesión del entrenamiento.

Protocolo de fatiga

Inicialmente, se le indicó al sujeto el tipo de condición experimental que le correspondió: no estirar (control), estiramiento estático o estiramiento dinámico. Seguidamente, se hizo la demostración del mismo, así como de la técnica del ejercicio para que recordara y evacuaran dudas al respecto. Posteriormente, se realizó una serie de calentamiento con el 40% del peso corporal, se dio una pausa de 90 segundos para iniciar con el protocolo, el cual consistió en realizar cuatro series con el 80% del 1RM al fallo muscular con una pausa de 90 segundos, en este periodo se realizó el respectivo ejercicio de estiramiento (figura 3).

En el caso del estiramiento estático, el protocolo consistió en dos repeticiones alternas para cada lado de 15 segundos, con una pausa de 5 segundos al cambiar de lado, para un total de 75 segundos y tener un espacio de 15 segundos para colocarse nuevamente en la maquina e iniciar la siguiente serie. En el protocolo de estiramiento dinámico se realizaron los movimientos a una velocidad de 45 golpes por minuto, este ejercicio se realizó durante 15 segundos con una pausa de 5 segundos al cambiar de lado, para un total de 75 segundos y tener un espacio de 15 segundos para colocarse nuevamente en la maquina e iniciar la siguiente serie, en cada caso se registró el número de repeticiones por serie, el total de repeticiones de la sesión, al finalizar el protocolo de entrenamiento, se evaluó la percepción del esfuerzo realizado. Durante la sesión no se dio apoyo verbal a los sujetos, la ejecución correcta de la técnica y el conteo de la cantidad de repeticiones por series fue realizado por la investigadora y un funcionario de CEDERSA, en los casos donde existió discrepancia en la cantidad de repeticiones se consideró el número inferior.



Figura 3. a) Estiramiento estático y b-c) Estiramiento dinámico

Análisis estadístico

Se calculó estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) para todas las variables. La normalidad de los datos se evaluó mediante el “Shapiro Wilk's Test”, la homogeneidad de la varianza fue analizada mediante el “Test de Levene”. Se aplicó ANOVA de una vía, para el contraste de las variables entre grupos. Los datos se analizaron con el programa estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) versión 24.0. El tamaño del efecto fue calculado mediante el Omega cuadrado parcial (ω_p^2). El valor de alfa para la toma de decisiones estadísticas fue de $p < 0.05$.

Resultados

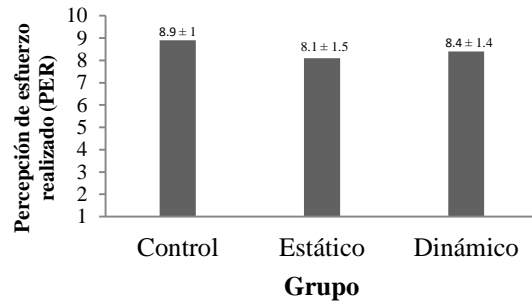
Tabla 1

Estadística descriptiva de las variables antropométricas y de composición corporal características de la muestra y según grupo.

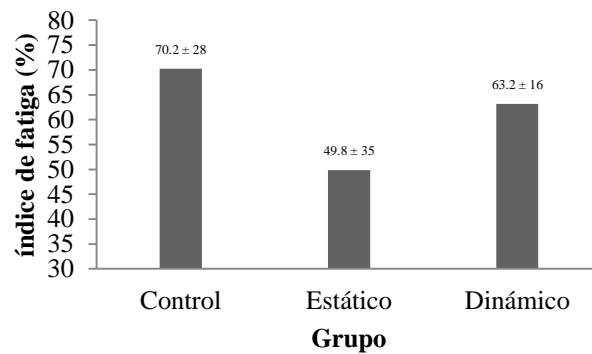
Variable	General X ± DS	Control X ± DS	Est. Estático X ± DS	Est. Dinámico X ± DS
Edad (años)	23.43 ± 3.18	23.20 ± 4.13	22.80 ± 1.03	24.30 ± 3.62
Peso (kg)	71.67 ± 6.02	70.6 ± 6.81	74.83 ± 2.30	69.59 ± 6.93
Talla (cm)	172.94 ± 6.10	172.90 ± 6.27	175.53 ± 5.72	170.40 ± 5.71
% grasa	16.29 ± 5.28	14.69 ± 3.08	19.14 ± 5.81	15.04 ± 5.76
MME (kg)	34.51 ± 3.20	34.41 ± 3.17	36.09 ± 2.08	33.05 ± 3.67
1RM (kg)	84.1 ± 18.88	84.3 ± 18.02	90.01 ± 14.45	79.46 ± 25.51

Nota: X: promedio, DS: desviación estándar, Kg: kilogramos, Cm: centímetros, MEE: Masa musculo esquelética, 1RM: una repetición máxima.

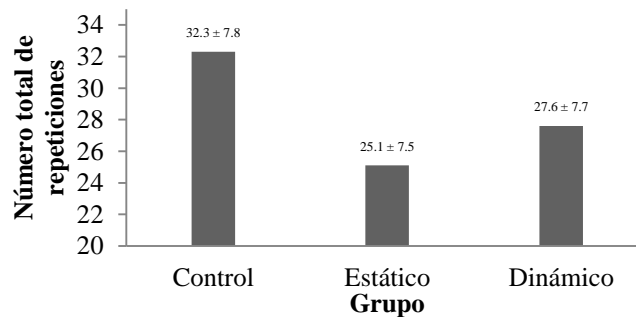
En la tabla 1 muestra los valores promedios y desviación estándar de las variables antropométricas y de composición corporal de la muestra participante en el estudio, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos en ninguna de las variables, en el caso de la edad ($F_{(2,29)} = 0.57, p = .56$), peso ($F_{(2,29)} = 2.32, p = .11$), talla ($F_{(2,29)} = 1.88, p = .17$), % grasa ($F_{(2,29)} = 2.40, p = .10$), masa musculo esquelética ($F_{(2,29)} = 2.49, p = .10$), peso levantando en el 1RM ($F_{(2,29)} = 0.77, p = .47$), lo que indica la homogeneidad en las características de los grupos.



A.



B.



C.

Figura 3. Comparación entre grupos para la percepción de esfuerzo (A), índice de fatiga (B) y total de repeticiones en el press de pecho en 4 series al 80% del 1RM.

La figura anterior muestra el contraste entre grupos en las variables asociadas al rendimiento y la percepción de esfuerzo, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en el comportamiento de las variables, siendo ($F_{(2,29)} = 0.46$, $p = .63$, $\omega_p^2 = -.03$), en la percepción de esfuerzo, ($F_{(2,29)} = 1.37$, $p = .27$, $\omega_p^2 = .02$) en el índice de fatiga y ($F_{(2,29)} = 2.25$, $p = .12$, $\omega_p^2 = .07$) en el número total de repeticiones, lo que indica que el rendimiento expresado en el índice de fatiga y el total de repeticiones de la sesión, así como al percepción de esfuerzo no se afecta significativamente por realizar o no algún tipo de estiramiento entre series.

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto agudo del estiramiento estático y dinámico entre series sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo. El principal hallazgo es que ambos protocolos de estiramiento entre series no afectan ni el rendimiento expresado por la cantidad total de repeticiones y el índice de fatiga, ni la percepción de esfuerzo de manera significativa.

En cuanto al número de repeticiones, estos resultados concuerdan con lo reportado por Franco, Signorelli, Trajano y de Oliveira, (2008), quienes no observaron ningún efecto del estiramiento estático sobre la cantidad total de repeticiones en el press de banca realizado al 85% y del 1RM realizado hasta el fallo muscular. Un comportamiento similar fue reportado por Gomes et al. (2011), quienes tampoco observaron efectos significativos del estiramiento estático sobre la cantidad total de repeticiones en el press de banca, en su caso realizado al 80% del 1RM igualmente hasta el fallo muscular, en esta misma línea, Costa et al. (2017), no observaron diferencias significativas en la cantidad de repeticiones realizadas en la segunda serie de flexión de piernas con el 60% del 1RM entre quienes realizaron estiramiento estático y el grupo control.

En contra parte, otros estudios como el de Barroso et al (2012), reportó una disminución del rendimiento expresado en la cantidad total de repeticiones en un 20.8% en el press de pierna producto del uso de estiramiento estático antes de la sesión de entrenamiento, en esta misma línea de resultados, Endlich et al. (2009), en un estudio realizado con 14 sujetos con una edad similar a la muestra de la presente investigación, encontraron disminuciones significativas en la fuerza muscular de un 9.2% en el press de banca.

De manera particular, un reciente estudio realizado por Miranda et al. (2015), donde se analizó el efecto del estiramiento estático realizado entre series, reportó un incremento significativo del número de repeticiones en el grupo experimental en comparación con el grupo control, lo que discrepa de los resultados aquí obtenidos, evidenciando la necesidad de mayor cantidad de estudios con estas características, es decir, enfocados al efecto del estiramiento entre series.

En cuanto al de estiramiento dinámico, estos resultados se contraponen a lo reportado por Barroso et al. (2012), quienes reportaron disminuciones significativas en el número de repeticiones en el press de piernas de un 17.8% en el grupo de estiramiento dinámico en comparación con la condición control. También, discrepan de lo registrado en otros estudios (Costa et al., 2014; Endlich et al., 2009), donde se analizó otros indicadores de rendimiento quienes encontraron efectos negativos del uso de estiramiento dinámico en el rendimiento de la fuerza muscular. De igual manera, estos resultados están en contraposición de los estudios donde se ha evidenciado efectos positivos del uso de estiramiento dinámico en el rendimiento (Sekri et al., 2010; Yamaguchi e Ishii, 2005; Yamaguchi et al., 2007).

Con respecto al índice de fatiga los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Ribeiro et al. (2014), quienes indican que el estiramiento estático previo al ejercicio de contra resistencia no afecta significativamente este indicador de rendimiento, al respecto cabe señalar que no existe evidencia científica en cuanto al comportamiento de esta variable, como producto del uso de estiramiento estático y dinámico entre series.

En lo referente a la percepción de esfuerzo realizado, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado en estudios previos, donde no se han reportado efectos sobre esta variable producto del uso de estiramiento estático previo al ejercicio de contra resistencia (Laur et al., 2003), no observaron diferencias estadísticamente significativas en la percepción de esfuerzo entre quienes realizaron estiramiento estático y quienes no estiraron previo a la realización de la flexión y extensión de piernas.

Finalmente, pese a que los resultados indican no haber diferencias significativas entre las condiciones experimentales y la condición control, dentro de los mecanismos fisiológicos que podrían explicar el comportamiento de los resultados, pueden mencionarse que producto del estiramiento estático ocurren cambios en las propiedades viscoelásticas de las uniones musculotendinosas (Kubo, Kanehisa, Kawakami y Fokunaga, 2001; Soares-Caldeira et al. 2009), también los factores neurológicos como el decrecimiento del nivel de activación de las unidades motoras, se ve afectado por el reflejo miotático, y estos factores en conjunto generan alteraciones en la disposición de las fibras musculares para realizar los esfuerzos (Fowles, Sale y MacDougall, 2000), lo que representa un menor rendimiento muscular, esos mecanismos son activados tanto por estiramientos de carácter estático como en la fase excéntrica del estiramiento dinámico. Dentro de los factores de carácter fisiológico que pueden contribuir a entender los resultados obtenidos como consecuencia del uso de estiramiento dinámico, se suma que a la ejecución de este tipo de estiramiento, se le atribuye la elevación de la temperatura muscular, de esta manera se mejoran las reacciones metabólicas, aumentar la extensibilidad del tejido conectivo, reducir la viscosidad muscular y aumentar la velocidad de conducción nerviosa de los potenciales de acción (Turki-Belkhiria et al., 2013). Sin embargo, no se puede olvidar que este tipo de estiramiento demanda un mayor consumo de energía durante su fase concéntrica de las reservas de sustratos energéticos, generando que estas no sean recuperadas de una mejor manera durante la pausa, acentuando la condición de fatiga a lo largo del entrenamiento.

Con respecto a la percepción de esfuerzo, cabe señalar que el realizar ejercicios de estiramiento al final de la sesión o entre ejercicios se ha asociado con disminuciones significativas en el dolor muscular y una mejor percepción del nivel de recuperación (Rabita y Delextrad, 2013), esto podría generar en una mejor sensación durante la sesión de entrenamiento, lo que podría traducirse una menor percepción del esfuerzo realizado, sin embargo, los resultados obtenidos indican que esta relación no ocurre en el uso de estiramientos entre series en el ejercicio de contra resistencia, particularmente en el ejercicio realizado en el presente estudio “Press Pecho Máquina Vertical”.

Conclusión

Los resultados de este estudio indican que el rendimiento y la percepción de esfuerzo no se ven afectados de manera aguda por el uso de estiramiento entre series, sea este estático o dinámico. Sin embargo, dado que este es el primer estudio en analizar de manera conjunta ambos tipos de estiramiento ejecutados como parte del periodo de pausa entre series y la existencia de escasos estudios con esta particularidad, estos resultados deben ser considerados con cautela, lo anterior, evidencia la necesidad de mayor cantidad de estudios en esta línea, de manera que pueda contarse con mayor acervo para considerar el recomendar o no al ejercicio de estiramientos entre series.

Aplicaciones prácticas

A la luz de los hallazgos de este estudio, entrenadores, deportistas y personas físicamente activas que realicen ejercicio de contra resistencia, no deben recomendar o ejecutar ejercicios de estiramiento estático o dinámico entre series, ya que estos no influyen positiva ni negativamente en el rendimiento ni la percepción de esfuerzo. Queda a criterio de los mismos el continuar con su uso, ante el eventual efecto placebo que los mismos generan sobre las buenas sensaciones en el deportista mientras realiza los trabajos de fuerza.

Referencias

- American Collage of Sport Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th Ed. Philadelphia: Lippicontt Williams & Wilkins.
- Bacurau, RF., Monteiro, GA., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, LF., y Aoki, M.S. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res* 23, 304-308. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181874d55
- Barroso, R., Tricoli, V. Santos-Gil, SD., Ugrinowitsch, C., y Roschel, H. (2012). Maximal strength, number of repetitions, and total volumen are differently affected by static-ballistic and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res* 26, 2432-2437. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f2b4d
- Beedle, B., Rytter, S.J., Healy, R.C., y Ward, T.R. (2008). Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *J Strength Cond Res*,22 (6),1838-43. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181821bc9.
- Behm, D.G., y Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology* 111(11), 2633-2651. Doi: 10.1007/s00421-011-1879-2.
- Costa Moreira, O., Alonso-Aubin, D.A., Patrocinio de Oliveira, C., Candia-Luján, R., y de Paz, J.A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*,32(6), 387-394. Recuperado desde: <http://www.elementssystem.com/pdfs/Costa%20.pdf>
- Costa, P.B., Herda, T.J., Herda, A.A., y Cramer, J.T. (2014). Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation. *Med Sci Sports Exerc*,46(3), 586-93. Doi: 10.1249/MSS.000000000000138.
- Costa, PB., Ruas, C.V., y Smith, C.M. (2017). Effects of stretching and fatigue on peak torque, muscle imbalance and stability. *J Sports Med Phys Fitness*. Doi: 10.23736/S0022-4707.17.07072-4
- Endlich, P.W., Farina, G.R., Dambroz, C., Gonçalves, W.L., Moysés, M.R., Mill, J.R., y Abreu, G.R. (2007). Acute effects of static stretching in dynamic force performance

- in young men. *Rev Bras Med Esporte*, 15 (3), 200-203. Doi.org/10.1590/S1517-86922009000300007.
- Fowles, J., Sale, D., y MacDougall, J. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol*, 89 (3), 1179-1188. Doi:10.1152/jappl.2000.89.3.1179
- Franco, B.L., Signorelli, G.R., Trajano, G.S., y Oliveira, C.G. (2008). Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res* 22, 1832-1837. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31818218e1
- Gomes, T.M., Simao, R., Marques, M.C., Costa, P.B., y da Silva-Novaes., J. (2011). Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res* 25, 745-752. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cc236a
- Karelis, A.D., Chamberland, G., Aubertin-Leheudre, M., y Duval, C. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Appl Physiol Nutr Metab*, 38(1), 27-32. doi: 10.1139/apnm-2012-0129.
- Kay, A.D. y Blazeovich, A.J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med. sci. sports exerc.*, 44(1), 154–164. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318225cb27
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., y Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 90, 520-527. Doi: 10.1152/jappl.2001.90.2.520
- Laur, D.J., Anderson, T., Geddes, G., Crandall, A., y Pincivero, M. (2003). The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion. *Journal of Sports Sciences*, 21, 163-170. Doi.org/10.1080/0264041031000070886
- McHugh, M.P., y Cosgrave, C.H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scan J Med Sports*, 20,169-181. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x
- Miranda, H., De Freitas-Maia, M., Andrade-Paz, G., y Costa, P.B. (2015). Acute effects of antagonist static stretching in the inter-set rest period on repetition performance and muscle activation. *Research in Sports Medicine*, 23, 37–50. Doi: 10.1080/15438627.2014.975812
- Nelson, A.G., Kokkonen, J., y Arnall, D.A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle Strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338–343. doi: 10.1519/R-15894.1

- Opplert, J., y Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Med*,48(2),299-325. doi: 10.1007/s40279-017-0797-9.
- Rabita, G., y Delextrad, A. (2013). En Hausswirts. C. y Mujika. I. *Recovery for performance in sport* (191-201). Champaing: Human Kinetics.
- Robertson, R.J., Goss. F.L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J.,.... Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc*, 35(2), 333–341. Doi: 10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
- Ribeiro, A.S., Romanzini, M., Dias, D.F., Ohara, D., da Silva, D.R., Achour, A., ... Cyrino, E.S. (2014). Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise. *J Strength Cond Res*,28(4),1158-63. doi: 10.1519/JSC.0000000000000257.
- Rubini, E., Costa, A., y Gomes, P. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-222. Doi:10.2165/00007256-200737030-00003.
- Sekir, U., Arabaci, R., Akova, B., y Kadagan, S.M. (2010). Acute effects of static and dynamic stretching on leg flexor and extensor isokinetic strength in elite women athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 20(2), 268-81. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x
- Serefoglu, A., Sekir, U., Gür, H., y Akova, B. (2017). Effects of static and dynamic stretching on the isokinetic peak torques and electromyographic activities of the antagonist muscles. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16, 6-13. Recuperado desde: <http://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-16-6.xml>
- Sfrozo, G.A., y Touey, P.R. (1996). Manipulating exercise orden affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal Strength Cond Res*, 10, 20-24. Doi:10.1519/00124278-199602000-00004
- Simic, L., Sarabon, N., y Markovic1, G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*, 23, 131–148. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01444.x.
- Soares-Caldeira, LF., Ritti-Dias, R.M., Okuno, N.M., Cyrino, E.S., Gurjao, A.L., y Ploutz-Snyder, L.L. (2009). Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *J Strengthn Cond Res*, 23, 2039-2045. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3e158
- Souza, A.C., Melibe-Bentes, C., Freitas de Salles, B., Machado-Reis, V., Vilaça-Alves, J. Miranda, H. ...da Silva-Novaes, J. (2013). Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. *Journal of Human Kinetics* 36, 127-135 Doi: 10.2478/hukin-2013-0013

- Turki-Belkhiria, L., Chaouachi, A., Turki, O., Chtourou, H., Chtara, M., Chamari, K., ... Behm, D.G. (2013). Eight weeks of dynamic stretching during warm-ups improves jump power but not repeated or single sprint performance, *Eur J Sport Science*, 14(1), 19-27 DOI:10.1080/17461391.2012.726651
- Yamaguchi, T., e Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 677-683. Doi:10.1519/15044.1.
- Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M., y Yasuda, K. (2007). Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1238-44. Doi:10.1519/R-21366.1.