



MHSalud
ISSN: 1659-097X
revistamhsalud@una.cr
Universidad Nacional
Costa Rica

Efecto agudo del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en ejercicio contrarresistencia

Espinoza Acuña, Gabriela; Sánchez Ureña, Braulio; Rojas Valverde, Daniel; Gutiérrez Vargas, Juan Carlos; Cordero Duarte, Kevin; Blanco Romero, Luis

Efecto agudo del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en ejercicio contrarresistencia

MHSalud, vol. 18, núm. 1, 2021

Universidad Nacional, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237064193001>

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.18-1.1>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 3.0 Internacional.

Efecto agudo del estiramiento estático y dinámico sobre el rendimiento y la percepción de esfuerzo en ejercicio contrarresistencia

Acute Effect of Static and Dynamic Stretching on Performance and Perception of Exertion in Resistance Exercise

Efeito agudo do alongamento estático e dinâmico sobre o desempenho e percepção do esforço no exercício de contra-resistência

Gabriela Espinoza Acuña

Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, San José, Costa Rica; Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Heredia, Costa Rica

gabriela.espinoza.acuna@mep.go.cr

 <http://orcid.org/0000-0003-1658-3098>

DOI: <https://doi.org/10.15359/mhs.18-1.1>

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237064193001>

Braulio Sánchez Ureña

Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Programa Ciencias del Ejercicio y la Salud (PROCESA), Heredia, Costa Rica

braulio.sanchez.urena@una.cr

 <http://orcid.org/0000-0001-8791-6836>

Daniel Rojas Valverde

Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Heredia, Costa Rica

daniel.rojas.valverde@una.cr

 <http://orcid.org/0000-0002-0717-8827>

Juan Carlos Gutiérrez Vargas

Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Centro de Desarrollo y Rehabilitación de la Salud (CEDERSA), Heredia, Costa Rica

jucagu@msn.com

 <http://orcid.org/0000-0002-0689-6771>

Kevin Cordero Duarte

Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Centro de Desarrollo y Rehabilitación de la Salud (CEDERSA), Heredia, Costa Rica

kevin.cordero.duarte@una.cr

 <http://orcid.org/0000-0003-2473-1847>

Luis Blanco Romero

Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Heredia, Costa Rica

lblancoromero@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-2810-1941>

Recepción: 08 Octubre 2019

Aprobación: 24 Abril 2020

RESUMEN:

El propósito de esta investigación 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 contrarresistencia. Participaron un total de 30 sujetos masculinos físicamente activos y aparentemente sanos con experiencia mínima de cuatro meses en el entrenamiento de contrarresistencia, con un promedio de edad: 23.4 ± 3.2 años, un peso: 71.7 ± 6.0 kg, talla: 172 ± 6.1 cm, porcentaje de grasa: 16.3 ± 5.3 % y masa magra: 34.5 ± 3.2 kg. Diez 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) al ser los grupos homogéneos en nivel de fuerza en el 1RM ($F_{(2,29)} = 0.77, p = .47$), los sujetos fueron sometidos a un estímulo de 4 series al fallo con el 80 % del 1RM. 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 CLAVE: 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 took part in the study with a minimum experience of four months in resistance training. The mean of age was 23.4 ± 3.2 years; the body mass was 71.7 ± 6.0 kg; the height was 172 ± 6.1 cm; the body fat percentage represented 16.3 ± 5.3 %; and the lean mass was 34.5 ± 3.2 kg. Then, subjects were randomly distributed in groups: control group (without stretching inter series), group with static inter series stretching (SS), and group with dynamic inter series stretching (DS). The groups were homogeneous in the 1RM ($F_{(2,29)} = 0.77, p = .47$). Data were analyzed using a one-way ANOVA. The results showed 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 acutely affected by the use of inter-series static or dynamic stretching.

KEYWORDS: strength, stretching, resistance training.

RESUMO:

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito agudo do alongamento estático e dinâmico entre series sobre o desempenho e o esforço percebido na execução de um exercício de contra-resistência. Um total de 30 indivíduos do sexo masculino fisicamente ativos e aparentemente saudáveis, com pelo menos quatro meses de experiência em treinamento de contra-resistência, com idade média: $23,4 \pm 3,2$ anos, peso: $71,7 \pm 6,0$ kg, altura: $172 \pm 6,1$ cm, percentual de gordura: $16,3 \pm 5,3$ % e massa magra: $34,5 \pm 3,2$ kg. Dez sujeitos em cada grupo foram designados aleatoriamente para o grupo de controle de condições experimentais (sem alongamento entre séries), grupo de alongamento estático entre séries (EE) e grupo de alongamento dinâmico entre séries (ED), pois os grupos foram homogêneos no nível de força a 1RM ($F_{(2,29)} = 0,77, p = .47$), os sujeitos foram submetidos a um estímulo de 4 séries em caso de falha com 80% de 1RM. Os dados obtidos foram analisados por meio de uma ANOVA de uma via. Os resultados indicam que não houve diferenças estatisticamente significativas no comportamento das variáveis relacionadas ao desempenho: ($F_{(2,29)} = 1,37, p = .27, \omega_p^2 = .02$), no índice de fadiga, ($F_{(2,29)} = 2,25, p = .12, \omega_p^2 = .07$) no número total de repetições, nem houve diferenças estatisticamente significativas na percepção do esforço ($F_{(2,29)} = 0,46, p = .63, \omega_p^2 = -.03$). Conclui-se que o desempenho expresso no índice de fadiga e o número total de repetições, bem como a percepção de esforço, não são agudamente afetados pelo uso de alongamento entre conjuntos, seja estático ou dinâmico.

PALAVRAS-CHAVE: força, alongamento, musculação.

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). Estos ejercicios, se practican bajo el supuesto de que el uso de esta estrategia está asociada con los efectos profilácticos asociados a la prevención de lesiones, ergogénicos relacionados a un mejor rendimiento muscular y una adecuada recuperación postejercicio (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 estos dos últimos los más utilizados (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, et ál., 2009; Barroso, Tricoli, Santos-Gil, Ugrinowitsch y Roschel 2012; Endlich et ál., 2009; Gomes, Simao, Marques, Costa y da Silva-Novaes, 2011; Rubini, Costa y Gomes, 2007).

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 Markovici (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 el de piernas, cuando estos estuvieron precedidos por estiramientos estáticos y dinámicos. Otro informe similar realizado por Bacurau et ál. (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 dinámico en 2.2 % y en un 13.4 % al compararlo contra el grupo control.

En esta misma línea, Barroso et ál. (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 ál. (2009), realizaron su investigación 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 la 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 ál., 2010; Yamaguchi e Ishii, 2005; Yamaguchi et ál., 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. Por su parte, Simic et ál. (2013), señalan en su metaanálisis, que el efecto agudo y negativo del estiramiento sobre el rendimiento muscular, es menor cuando se trabaja por debajo de los 45 segundos.

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 ál., 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 el 60 % del 1RM entre quienes realizaron estiramiento estático y el grupo control. Mientras que otras investigaciones como (Endlich et ál., 2009; Nelson, Kokkonen y Arnall, 2005), mostraron que el estiramiento estático antes del entrenamiento de contrarresistencia 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, en investigaciones similares, lo que se ha utilizado son estiramientos de carácter balístico, Bacurau et ál. (2009), reportaron que el que se hace previo al entrenamiento, no disminuye significativamente, la cantidad de repeticiones.

Barroso et ál. (2012), observaron disminuciones significativas en la cantidad de repeticiones, equivalentes a un 18.2 %. En cuanto, al índice de fatiga propiamente dicho Ribeiro et ál. (2014), en un estudio con 15 hombres jóvenes (26.2 ± 0.7 años), reportaron que el estiramiento estático previo al ejercicio de contrarresistencia, 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 contrarresistencia, 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 la extensión de piernas.

La mayoría de los estudios supracitados, han analizado el efecto agudo, ya sea del estiramiento estático o del 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 ál. 2009), y 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 contrarresistencia; Souza et ál. (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, y obtuvieron 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), y reportaron un incremento significativo del número de repeticiones en el grupo experimental en comparación con el control, no se tiene 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 contrarresistencia.

METODOLOGÍA

Participantes

Participaron un total de 30 sujetos masculinos, físicamente activos (promedio de edad: 23.4 ± 3.2 años, peso: 71.7 ± 6.0 kg, talla: 172 ± 6.1 cm, porcentaje de grasa: 16.3 ± 5.3 % y masa músculo esquelética: 34.5 ± 3.2 kg. Ellos debieron cumplir con el criterio de inclusión, de tener al menos una experiencia mínima de cuatro meses en el entrenamiento de contrarresistencia, la cual fue confirmada por los registros de inscripción y asistencia al centro de entrenamiento, lo anterior, para garantizar el manejo de la técnica y la capacidad para poder realizar la prueba de 1RM.

Su participación en la investigación 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, (Tanita Corporation, Tokyo, Japan), 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, (Biospace Company, Florida, United States of America), 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, Patrocinio de Oliveira, Candia-Luján y de Paz, 2015).

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 la fórmula (ecuación 1) propuesta por Sfrozo y Touey (1996).

$$IF = \left(\frac{CT_{serie1} - CT_{serie4}}{CT_{serie1}} \right) * 100 \quad \text{[Ecuación 1]}$$

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

Percepción de esfuerzo: esta 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 ál. (2003). Esta valoración se realizó inmediatamente finalizada la sesión de entrenamiento, al ser aplicada por parte de un integrante del grupo de investigación.

Duración del tiempo de descanso y 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 cual fue de una cadencia de 45 golpes por minuto, con rango de movimiento a su máxima amplitud. En el caso del estiramiento estático este se realizó hasta el punto máximo de extensión, con un nivel de tensión no doloroso a criterio del sujeto.

Equipo biomecánico: tanto 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 1).



FIGURA 1
Máquina *Press Pecho Vertical*

Procedimiento

Se solicitó el respectivo permiso ante el centro de entrenamiento para llevar a cabo la investigación en sus instalaciones, posteriormente, se revisó el registro de usuarios para obtener el listado inicial de quienes cumplían con el criterio de inclusión. Una vez obtenida esta información, se procedió a contactar a los sujetos, y se les invitó a participar en la misma; en aquellos casos donde existió interés, se les explicó el objetivo del estudio, el protocolo, los riesgos y los beneficios.

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 contrarresistencia 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 el 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 ella, 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 dinámico. Seguidamente, se hizo la demostración tanto de la técnica como del ejercicio, para que recordara y evacuara 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 2).

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, quedando 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 ejecutó durante 15 segundos con una pausa de 5 al cambiar de lado, para un total de 75 segundos, quedando 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 la sesión, y 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 del centro de entrenamiento, en los casos donde existió discrepancia en la cantidad de repeticiones se consideró el número inferior.

La duración del estiramiento (30 segundos en total para cada lado), se sustentó en Simic et ál. (2013), quienes en su metaanálisis, señalan que su efecto agudo y negativo sobre el rendimiento muscular, es menor cuando se trabaja por debajo de los 45 segundos. Ninguno de los grupos recibió estiramiento en el nivel del tríceps braquial, con lo que el aspecto de influencia de este músculo sobre el rendimiento esperado no se vio reflejado o en consecuencia afectó a todos los sujetos por igual. Adicionalmente, cabe mencionar que indican Amiri-Khorasani y Kellis (2015), que el estiramiento exclusivo del músculo agonista es mejor que el agonista y antagonista combinados.

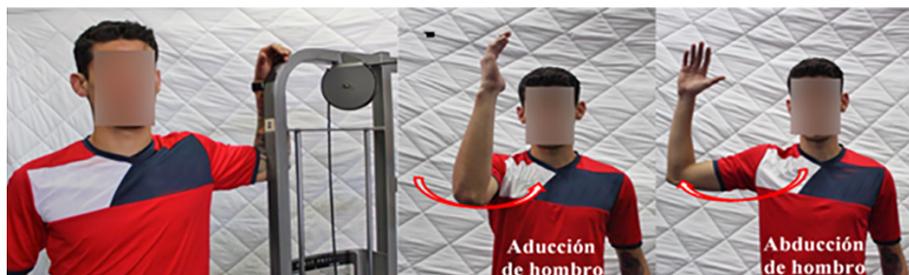


FIGURA 2

a) Estiramiento estático y b-c) Estiramiento dinámico

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se calculó la estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) para todas las variables, la normalidad de los datos se evaluó mediante el Shapiro Wilk's Test, y 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 y 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 $p < 0.05$.

Diseño y tipo de estudio

Este es un estudio experimental (Ver Figura 3) realizado con un diseño por grupos independientes, donde se asignó aleatoriamente los sujetos (10 en cada grupo) a las condiciones experimentales, siendo G1: grupo control (sin estiramiento entre series), G2: grupo experimental uno (estiramiento estático entre series), G3: grupo experimental dos (estiramiento dinámico entre series).

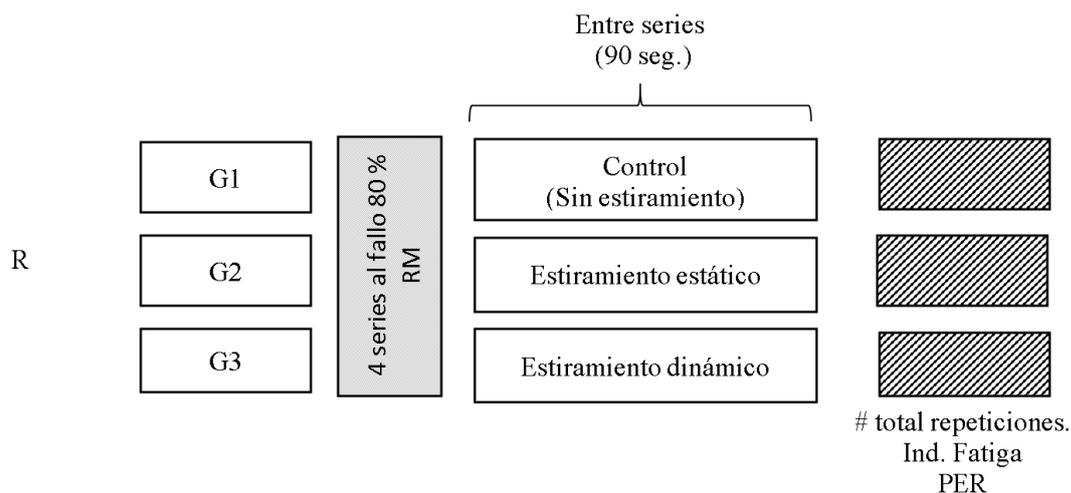


FIGURA 3

Esquema de diseño experimental.

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

RESULTADOS

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables antropométricas y de composición corporal características de la muestra y según grupo.

Variable	General X	Control X	Est. Estático X	Est. Dinámico X
	± DS	± DS	± DS	± 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 músculo 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 músculo 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.

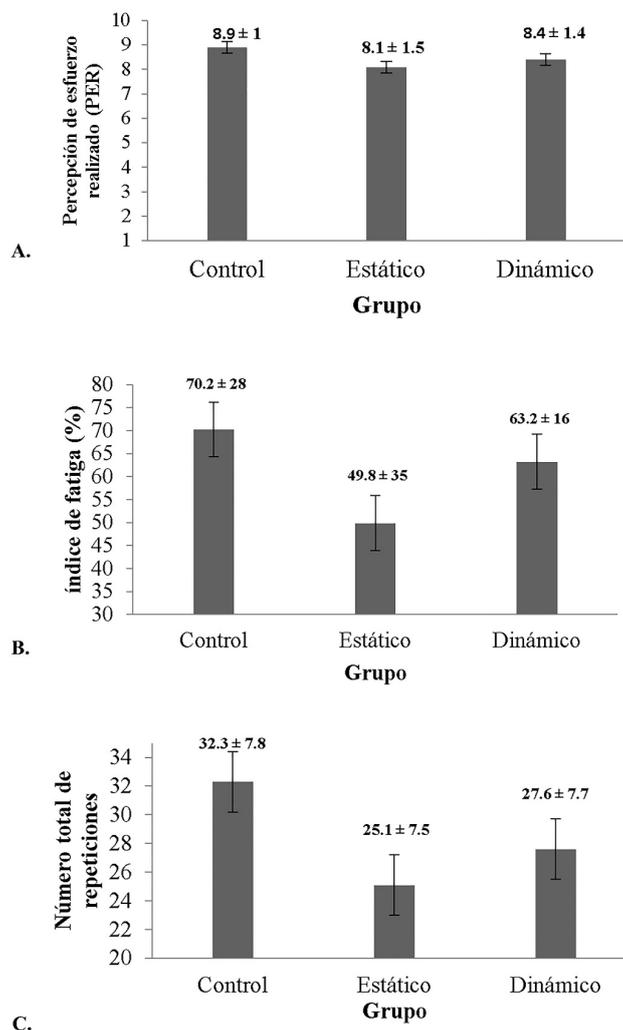


FIGURA 4.
Comparación entre grupos para la percepción de esfuerzo (A), índice de fatiga (B) y total de repeticiones en el press de pecho en 4 series al 80 % del 1RM.

La Figura 4, muestra el contraste entre grupos en las variables asociadas al rendimiento y a 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 ál. (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 ál. (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 trabajos como el de Barroso et ál (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 ál. (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 ál. (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 control, lo que discrepa de los resultados aquí obtenidos, evidenciando la necesidad de mayor cantidad de investigaciones con estas características metodológicas, es decir, enfocados al efecto del estiramiento entre series.

En cuanto, al de estiramiento dinámico, estos resultados se contraponen a lo expuesto por Barroso et ál. (2012), quienes reportaron disminuciones significativas en el número de repeticiones en el press de piernas de un 17.8 % en ese grupo, en comparación con la condición control. También, discrepan de lo registrado en otros estudios (Costa et ál., 2014; Endlich et ál., 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 resultados publicados por Sekri et ál., (2010), Yamaguchi e Ishii, (2005) y Yamaguchi et ál., (2007),, donde se ha evidenciado efectos positivos del uso de este estiramiento en el rendimiento

Con respecto al índice de fatiga, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Ribeiro et ál. (2014), quienes indican que el estiramiento estático previo al ejercicio de contrarresistencia 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 del esfuerzo realizado, los resultados obtenidos coinciden con lo reportado en estudios previos, donde no se han informado efectos sobre esta variable, producto del uso de estiramiento estático, previo al ejercicio de contrarresistencia (Laur et ál., 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 las extensión de piernas.

Finalmente, pese a que los resultados indican no haber diferencias significativas entre las condiciones experimentales y la 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 ál. 2009).

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 su ejecución, se le atribuye la elevación de la temperatura muscular, de esta manera se mejoran las reacciones metabólicas, se reduce la viscosidad muscular, se aumenta la extensibilidad del tejido conectivo, la velocidad de conducción nerviosa de los potenciales de acción (Turki-Belkhiria et ál., 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 contrarresistencia, 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 ensayo en analizar de manera conjunta ambos tipos de estiramiento, ejecutados como parte del periodo de pausa entre series y la existencia de escasos trabajos investigativos con esta particularidad, estos resultados deben ser considerados con cautela.

Lo anterior, evidencia la necesidad de contrar con una mayor cantidad de estudios en esta línea, de manera que pueda contarse con un mejor acervo para considerar el realizar o no al ejercicio de estiramientos entre series. Se recomienda que, para futuros estudios, se contemple trabajar con poblaciones que consideren una mayor cantidad de participantes.

APLICACIONES PRÁCTICAS

A la luz de los hallazgos de este estudio, entrenadores, deportistas y personas físicamente activas que realicen ejercicio de contrarresistencia, queda a criterio el continuar con el uso de estiramientos entre series, ante el eventual efecto placebo que 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. Lippincott Williams & Wilkins.
- Amiri-Khorasani M., & Kellis E. (2015). Acute Effects of Different Agonist and Antagonist Stretching Arrangements on Static and Dynamic Range of Motion, *Asian J Sports Med*. 6(4): e26844. <https://doi.org/10.5812/asjrm.26844>
- Bacurau, R. F., Monteiro, G. A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181874d55>

- Barroso, R., Tricoli, V., Santos-Gil, S. D., Ugrinowitsch, C., & 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823f2b4d>
- Beedle, B., Rytter, S. J., Healy, R. C., & Ward, T. R. (2008). Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *J Strength Cond Res*, 22 (6),1838-43. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181821bc9>.
- Behm, D. G., & 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. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-8>.
- Costa, O., Alonso-Aubin, D. A., Patrocinio, 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. <http://www.elementssystem.com/pdfs/Costa%20.pdf>
- Costa, P. B., Herda, T. J., Herda, A. A., & Cramer, J. T. (2014). Effects of dynamic stretching on strength, muscle imbalance, and muscle activation. *Med Sci Sports Exerc*,46(3), 586-93. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000138>
- Costa, P. B., Ruas, C. V., & Smith, C. M. (2017). Effects of stretching and fatigue on peak torque, muscle imbalance and stability. *J Sports Med Phys Fitness*. 58 (7-8). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07072-4>
- Endlich, P.W., Farina, G. R., Dambroz, C., Gonçalves, W. L., Moysés, M. R., Mill, J. R., & Abreu, G. R. (2009). Acute effects of static stretching in dynamic force performance in young men. *Rev Bras Med Esporte*, 15 (3), 200-203. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922009000300007>
- Fowles, J., Sale, D., & MacDougall, J. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol*, 89 (3), 1179-1188. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1179>
- Franco, B. L., Signorelli, G. R., Trajano, G. S., & Oliveira, C. G. (2008). Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res* 22, 1832-1837. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818218e1>
- Gomes, T. M., Simao, R., Marques, M.C., Costa, P.B., & da Silva-Novae., J. (2011). Acute effects of two different stretching methods on local muscular endurance performance. *J Strength Cond Res* 25, 745-752. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc236a>
- Karelis, A. D., Chamberland, G., Aubertin-Leheudre, M., & Duval, C. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Appl Physiol Nutr Metab*, 38(1), 27-32. <https://doi.org/10.1139/apnm-2012-0129>.
- Kay, A. D. & Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med. sci. sports exerc.*, 44(1), 154–164. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318225cb27>
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 90, 520-527. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.520>
- Laur, D. J., Anderson, T., Geddes, G., Crandall, A., & Pincivero, M. (2003). The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion. *Journal of Sports Sciences*, 21, 163-170. <https://doi.org/10.1080/0264041031000070886>
- McHugh, M. P., & 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. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01058.x>
- Miranda, H., De Freitas-Maia, M., Andrade-Paz, G., & 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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1519/R-15894.1>
- Opplert, J., & 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0797-9>.
- Rabita, G., & Delextad, A. (2013). *Stretching*. En Hausswirts. C. y Mujika. I. *Recovery for performance in sport* (pp.191-201). Champaign: 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. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Ribeiro, A. S., Romanzini, M., Días, 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000257>.
- Rubini, E., Costa, A., & Gomes, P. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-222. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00003>.
- Sekir, U., Arabaci, R., Akova, B., & 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. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00923.x>
- Serefoglu, A., Sekir, U., Gür, H., & 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. <http://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-16-6.xml>
- Sfzozo, G. A., & Touey, P. R. (1996). Manipulating exercise orden affects muscular performance during a resistance exercise training session. *Journal Strength Cond Res*, 10, 20-24. <https://doi.org/10.1519/00124278-199602000-00004>
- Simic, L., Sarabon, N., & Markovic, G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*, 23, 131–148. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01444.x>.
- Soares-Caldeira, L. F., Ritti-Dias, R. M., Okuno, N. M., Cyrino, E. S., Gurjao, A. L., & Ploutz-Snyder, L. L. (2009). Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *J Strengthn Cond Res*, 23, 2039-2045. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3e158>
- Souza, A. C., Melibe-Bentes, C., Freitas de Salles, B., Machado-Reis, V., Vilaça-Alves, J. Miranda, H., & da Silva-Novae, J. (2013). Influence of inter-set stretching on strength, flexibility and hormonal adaptations. *Journal of Human Kinetics* 36, 127-135 <https://doi.org/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 <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.726651>
- Yamaguchi, T., & 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. <https://doi.org/10.1519/15044.1>
- Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M., & 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), 1238-1244. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16095425/>

CC BY-NC-ND