

# ¿Afecta el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) al desempeño en el entrenamiento de la fuerza?

Jaime Della Corte<sup>1</sup>, Lorena Rangel<sup>1</sup>, Rodrigo Gomes de Souza Vale<sup>4</sup>, Danielli Braga de Mello<sup>5</sup>, Pablo Jorge Marcos-Pardo<sup>6</sup>, Guilherme Rosa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro. Brasil. <sup>2</sup>Grupo de Pesquisas em Exercício Físico e Promoção da Saúde. Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro. Brasil. <sup>3</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro. Brasil. <sup>4</sup>Escola de Educação Física do Exército. Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro. Brasil. <sup>5</sup>Grupo de Investigación en Salud, Actividad Física, Fitness y Comportamiento Motor de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Murcia. España.

**Recibido:** 27.02.2018  
**Aceptado:** 19.04.2018

## Resumen

**Objetivo:** Valorar el efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad de (HIIT) sobre el subsiguiente desempeño del entrenamiento de la fuerza (EF) en miembros inferiores.

**Métodos:** 10 hombres (23,4 ± 2,4 años; 78,9 ± 8,0 kg; Estatura 1,78 ± 0,08 m; IMC 24,80 ± 1,16; %G 12,3 ± 2,5; VO<sub>2máx</sub> 50,9 ± 3,6 ml/kg/min) fueron sometidos a mediciones antropométricas, cardiorespiratorias y prueba de 10 repeticiones máximas (10RM). En el momento 1 (M1) se realizó el EF compuesto por 3 series de repeticiones hasta el fallo concéntrico para el 100% de 10RM, con intervalos de 3 minutos entre series en el ejercicio leg press 45° (LP). Tres minutos después se inició el ejercicio de femoral sentado (FS), con los mismos procedimientos anteriores. En el momento 2 (M2) se realizó una sesión de HIIT compuesta por 10 estímulos de 1' con intensidad entre el 90 y 95% FC<sub>máx</sub> (Borg 9 - 10), intercalados con 10 recuperaciones de 1' con intensidad entre 70 al 75% FC<sub>máx</sub> (Borg 6 - 7). Inmediatamente después, se realizó el EF con los mismos procedimientos del M1. El rendimiento de la fuerza de los miembros inferiores fue determinado por el número de repeticiones ejecutadas en M1 y M2.

**Resultados:** Hubo una reducción en el total de repeticiones en el M2 tanto en el LP ( $\Delta\% = -22,97$ ; p-valor=0,0001) como en el FS ( $\Delta\% = -17,56\%$ ; p-valor=0,0001) en comparación con el M1. En M2 hubo una reducción sólo en la 3ª serie del LP en el análisis intragrupo, y reducción intergrupos en las tres series del M2 en comparación con M1. Para el FS, se observó reducción intragrupo en la 3ª serie de M1 y M2, además de reducción intergrupos en la 1ª y 3ª serie de M2 en comparación con M1.

**Conclusión:** El HIIT, con las características de volumen e intensidad prescritas en el presente estudio, fue capaz de ejercer interferencia negativa sobre el subsiguiente desempeño en el EF en miembros inferiores.

## Palabras clave:

Ejercicio físico. Entrenamiento intervalado. Entrenamiento de fuerza. Entrenamiento concurrente.

## Does high intensity interval training (HIIT) affect the strength training performance?

### Summary

**Objective:** To assess the effect of high intensity interval training (HIIT) on the subsequent performance of strength training (ST) in lower limbs.

**Methods:** 10 men (23.4 ± 2.4 years, 78.9 ± 8.0 kg, height 1.78 ± 0.08 m, BMI 24.80 ± 1.16, % G 12.3 ± 2.5, VO<sub>2max</sub> 50.9 ± 3.6 ml / kg / min) were subjected to anthropometric, cardiorespiratory and 10 maximum repetition (10RM) tests. At time 1 (M1) the ST was made up of 3 sets of repetitions until the concentric failure for 100% of 10RM, with intervals of 3 minutes between sets in the exercise leg press 45° (LP). Three minutes later the sitting femoral exercise (FS) was started, with the same procedures as before. At time 2 (M2) a HIIT session composed of 10 1' stimuli with intensity between 90 and 95% HR<sub>max</sub> (Borg 9 - 10) was performed, interspersed with 10 1' recoveries with intensity between 70 and 75% FC<sub>max</sub> (Borg 6 - 7). Immediately after, the ST was performed with the same M1 procedures. The strength performance of the lower limbs was determined by the number of repetitions performed in M1 and M2.

**Results:** There was a reduction in the total of repetitions in the M2 both in the LP ( $\Delta\% = -22.97$ , p-value = 0.0001) and in the FS ( $\Delta\% = -17.56\%$ ; value = 0.0001) compared to M1. In M2 there was a reduction only in the 3rd series of LP in the intra-group analysis, and intergroup reduction in the three series of M2 compared to M1. For FS, intragroup reduction was observed in the 3rd series of M1 and M2, in addition to intergroup reduction in the 1st and 3rd series of M2 compared to M1.

**Conclusion:** HIIT, with the characteristics of volume and intensity prescribed in the present study, was able to exert negative interference on the subsequent performance in ST in lower limbs.

## Key words:

Physical exercise. Interval training. Strength training. Concurrent training.

**Correspondencia:** Guilherme Rosa  
E-mail: grfitness@hotmail.com

## Introducción

Los beneficios de la práctica regular de ejercicio físico para la salud de los practicantes, así como la importancia de la utilización de actividades aeróbicas y de fortalecimiento muscular en su composición están documentados<sup>1</sup>. La práctica regular de ejercicio físico proporciona mejoras para la salud, como el aumento en la captación máxima de oxígeno, el aumento de la masa magra, la reducción de la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) en reposo, el aumento de los niveles del colesterol HDL, reducción de los niveles del colesterol LDL, y aumento de la tolerancia a la glucosa<sup>2</sup>.

Entre las modalidades de ejercicios físicos existentes están el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de resistencia aeróbica. El entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) es uno de los métodos a través de los cuales el ejercicio aeróbico puede ser realizado para promover adaptaciones fisiológicas positivas provenientes de alteraciones metabólicas y de la homeostasis iónica<sup>3</sup>. El HIIT está insertado en modalidades como fútbol, balonmano, baloncesto, ciclismo, carrera<sup>4</sup>, además de otras modalidades deportivas. Los atletas y técnicos están interesados en perfeccionar e incluir ese método en sus programas de entrenamiento<sup>5</sup>, con propósitos de mejorar el rendimiento<sup>6</sup>.

Otro tipo de entrenamiento considerado importante para la mejora del desempeño es el entrenamiento de fuerza (EF). Este es utilizado tanto para el mantenimiento de la salud en la población en general, como para la mejora del rendimiento de los atletas<sup>7</sup>. De esta forma, el EF ha sido recomendado con la finalidad de aumentar la masa muscular, mejorar la fuerza, la condición física y la salud<sup>8,9</sup>. En la práctica, con la manipulación de las variables (orden de los ejercicios, tiempo de intervalo entre las series y ejercicios, número de series y repeticiones, fraccionamiento del entrenamiento, entre otros)<sup>9</sup>, se pueden obtener diferentes respuestas fisiológicas, como la mejora del funcionamiento integrado entre el sistema nervioso y el sistema muscular (adaptaciones neurales) y también los efectos hipertroóficos del entrenamiento.

La combinación de ejercicios de resistencia aeróbica y de fuerza en una misma sesión se denomina entrenamiento concurrente (EC)<sup>10</sup>. Atletas e individuos físicamente activos, a menudo utilizan este tipo de entrenamiento<sup>11</sup>, pues los beneficios de ambas modalidades pueden ser simultáneamente adquiridos<sup>12</sup>. En el TC, el ejercicio aeróbico ha sido empleado con el fin de disminuir las reservas de grasa corporal y el ejercicio de fuerza ha sido aplicado en el intento de preservar o aumentar la masa magra<sup>13</sup>.

Sin embargo, algunas consideraciones deben ser hechas en relación a ese método, pues parece haber interferencia negativa en el rendimiento cuando se combinan distintas modalidades en un mismo período de entrenamiento<sup>14-16</sup>.

De esta forma, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre el subsiguiente desempeño en el entrenamiento de fuerza en miembros inferiores.

## Material y método

### Muestra

La muestra fue constituida por 10 voluntarios del sexo masculino, practicantes de entrenamiento de fuerza por lo menos con seis meses

de experiencia, con frecuencia semanal superior a cuatro días y tiempo de sesión superior a 60 minutos. Los individuos, según los criterios de estratificación de riesgo de la *American Heart Association* (AHA)<sup>17</sup>, no tenían ningún factor de riesgo aparente que pudiera impedir su participación en la investigación.

El estudio adoptó como criterio de exclusión: a) presentar enfermedades degenerativas o metabólicas, lesiones o limitaciones osteomioarticulares que imposibilitaron la realización de los ejercicios programados o disfunciones cardiovasculares; b) usar sustancias ergogénicas / nutricionales.

El estudio atendió las normas para investigaciones involucrando seres humanos, conforme a la Resolución 466/2012 del Consejo Nacional de Salud, Brasil y la Declaración de Helsinki<sup>18</sup>. El proyecto del estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro (número 983.976 / 2015).

### Procedimientos de recopilación de datos

Cada voluntario realizó cinco visitas no consecutivas, siempre en los mismos horarios y con intervalos de 48 h hasta 72 h de acuerdo con la disponibilidad de cada uno de los voluntarios. En la primera visita los participantes fueron orientados sobre todos los procedimientos del estudio y respondieron al cuestionario de la AHA. También se realizó una evaluación antropométrica y la prueba de 10 repeticiones máximas (10 RM). En la segunda visita, se realizó el *re-test* de 10 RM. En la tercera visita, se realizó una prueba ergométrica para estimar el consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2\text{máx}}$ ) relativo ( $\text{mLO}_2/\text{kg}/\text{min}$ ), donde se midieron las variables  $FC_{\text{Reposo}}$  (después de 10 minutos de reposo) y la  $FC_{\text{Máxima}}$ . Las cuarta y quinta visitas, se destinaron a la intervención.

### Evaluación antropométrica

Para medir la estatura se utilizó un estadiómetro profesional de la marca Sanny®, modelo ES2020, Brasil. La evaluación de la composición corporal fue realizada a través de una bioimpedancia eléctrica (BIA) de la marca InBody®, modelo 230 Biospace, Corea del Sur, con capacidad de 250 kg y precisión de 100 g. El índice de masa corporal (IMC) fue calculado por la razón entre la masa corporal total (MCT) y el cuadrado de la estatura (m). Todas las mediciones antropométricas siguieron los específicos protocolos sugeridos por la *International Standards for Anthropometric Assessment* (ISAK)<sup>19</sup>.

### Test de 10 repeticiones máximas (10 RM)

Los tests y *re-test* de 10 repeticiones máximas (10RM) se realizaron en un solo día en los equipos *leg press* 45° (LP) y femoral sentado (FS), siguiendo las recomendaciones de Baechle y Earle<sup>20</sup>. Se optó por la aplicación del test de 10 RM por presentar elevada correlación con la fuerza muscular evaluada en 1 repetición máxima (1RM) y menor índice de lesión<sup>21</sup>.

Las tests y los retests se interrumpieron en el momento en que los evaluados no pudieron realizar el movimiento completo, ocurriendo una interrupción concéntrica voluntaria en 10 RM<sup>22</sup>. La velocidad de ejecución del movimiento fue de aproximadamente 2 segundos para cada fase de movimiento.

Si la carga para 10 RM no fuera obtenida después de tres intentos, la prueba debería ser cancelada y realizada en el día posterior no consecutivo previamente programado. Los intervalos entre los intentos en cada ejercicio durante la prueba y / o *re-test* de 10 RM se fijaron en 5 minutos. Se consideró como 10 RM la mayor carga establecida en ambos días, con diferencia menor que el 5% y si la diferencia de las cargas obtenidas fuera igual o superior al 5%, un nuevo *re-test* estaba marcado para obtener la reproducibilidad de la carga<sup>23</sup>. Posteriormente a la obtención de la carga en el determinado ejercicio, se daban intervalos de recuperación no inferiores a 10 minutos, antes de pasar a la prueba en el ejercicio de fuerza siguiente<sup>24</sup>.

Todos los test y *re-test* se realizaron en horarios similares a los de entrenamientos de los individuos, con temperatura controlada entre 18 °C y 22 °C y supervisados por un evaluador experimentado con un coeficiente de correlación intraclass (CCI) de 0,95. Los participantes del estudio fueron orientados a no realizar ejercicios físicos de ninguna naturaleza y a no ingerir sustancias estimulantes en las 24 horas previas tanto en la recolección de datos como en la intervención.

### Frecuencia Cardíaca Máxima (FC<sub>máx</sub>)

Para la prescripción y control de la intensidad en HIIT, se obtuvo la FC<sub>máx</sub> de los voluntarios a través de un test incremental en tapiz rodante (Inbramed®, modelo Master ATL, Brasil) a través del protocolo propuesto por Bruce<sup>25</sup>. La frecuencia cardíaca fue monitoreada mediante un pulsómetro de la marca Polar® (Finlandia), modelo S210. Para el efecto de caracterización del grupo de muestras, el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2máx</sub>) fue estimado a través del mismo test.

### Intervención

En el primer momento de la intervención (M1), los participantes fueron sometidos al EF en los equipos LP y FS. El calentamiento específico consistió en 1 serie de 15 repeticiones en el LP con el 50% de la carga máxima obtenida en el test y / o *re-test* de 10 RM. Tres minutos después del calentamiento se realizaron 3 series con repeticiones hasta el fallo concéntrico voluntario con intensidad de 100% de 10 RM y intervalo de 3' entre las series. Tres minutos después del final de la 3ª serie en el LP, siguiendo los mismos procedimientos en cuanto al volumen y la intensidad, se iniciaron las 3 series en el FS.

En el segundo momento de la intervención (M2), los sujetos monitoreados con el pulsómetro, fueron sometidos al HIIT, conforme al protocolo adaptado de Gibala *et al.*<sup>26</sup>, que consistió en 30 minutos en el tapiz rodante (Life Fitness, modelo 95T *Flex Deck Shock Absorption System*, EE.UU.), sin inclinación, divididos en: a) calentamiento de 5' con intensidad entre 50 a 55% de la FC<sub>máx</sub>; b) fase específica de 20' divididos en 10 estímulos de 1' con intensidad entre 90 y 95% de la FC<sub>máx</sub> y percepción de esfuerzo entre 9 y 10 de la escala de Borg (CR10)<sup>27</sup>, intercalados con 10 intervalos activos de 1' con intensidad entre el 70 y el 75% de la FC<sub>máx</sub> y la percepción de esfuerzo entre 6 y 7; c) el descenso de 5' con una intensidad del 50% de la FC<sub>máx</sub>. Inmediatamente después del HIIT, los participantes realizaron el TF, adoptando los mismos procedimientos realizados en el M1. Sin embargo en esta etapa el TF no fue precedido por el calentamiento específico en el LP y en el FS.

El desempeño de la fuerza de miembros inferiores fue determinado por el número de repeticiones realizadas en cada una de las series del TF ejecutadas en los distintos momentos de la intervención.

### Análisis de datos

Los datos fueron procesados en el *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Statistics 20 - Chicago, E.U.A.) y se presentaron como media, desviación estándar y valores mínimos y máximos. La normalidad y homogeneidad de los datos de la muestra se verificaron con las pruebas de *Shapiro-Wilk* y *Levene*, respectivamente. Con base en los resultados, se optó por la realización del test de *t-Student* pareado para análisis del número total de repeticiones realizadas entre los momentos de la intervención. La ANOVA con medidas repetidas, seguida del *Post-Hoc* de Tukey fue empleada para análisis intra e inter protocolos de intervención. El nivel de significancia adoptado fue de  $p < 0,05$ .

### Resultados

En la Tabla 1 se muestran los datos referentes a la composición corporal y el acondicionamiento cardiorrespiratorio de los voluntarios. Los resultados de la prueba de *Shapiro-Wilk* para las variables mencionadas presentaron una distribución próxima a la curva normal.

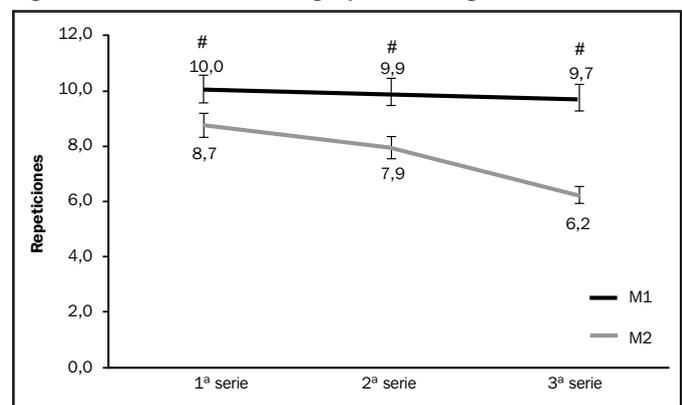
La Figura 1 representa el análisis entre el número de repeticiones realizadas en cada serie ejecutada en el aparato LP en ambos momentos de la intervención (M1 y M2).

**Tabla 1. Composición corporal y acondicionamiento cardiorrespiratorio.**

	Edad (años)	MCT (kg)	Est (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	%G	VO <sub>2máx</sub> (ml/kg/min)
Media	23,4	78,9	1,78	24,8	12,3	50,9
dp	2,4	8,0	0,08	1,16	2,5	3,6
SW (p-valor)	0,32	0,71	0,72	0,94	0,78	0,39

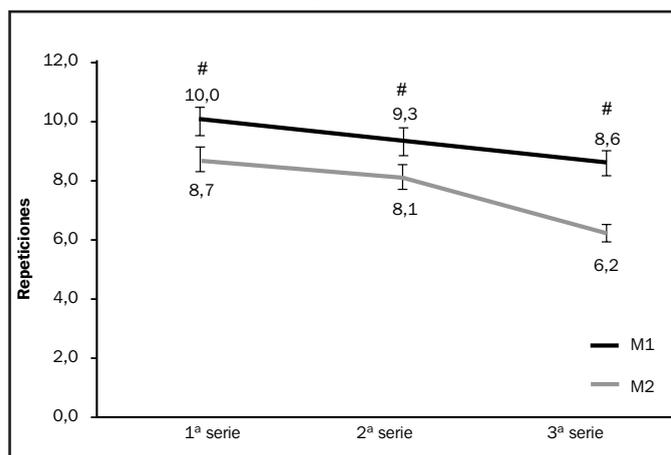
MCT: masa corporal total; Est: estatura; IMC: índice de masa corporal; %G: porcentaje de masa grasa; dp: desviación estándar; SW (p-valor): test de normalidad *Shapiro-Wilk*.

**Figura 1. Análisis intra e intergrupos en el Leg Press 45°.**



#Diferencia significativa intergrupos; \*Diferencia significativa intragrupo.

Figura 2. Análisis intra e intergrupos en el Femoral sentado.



#Diferencia significativa intergrupos; \*Diferencia significativa intragrupo.

Tabla 2. Número total de repeticiones.

Equipamientos	M1	M2	Δ%	p-valor
Leg Press 45°	29,6	22,8	-22,97	<0,001
Femoral sentado	27,9	23,0	-17,56	<0,001

Después del análisis intragrupos, se observó una diferencia significativa sólo en la tercera ( $F = 3,269$ ;  $p = 0,04$ ) serie del M2, sin cambios en el M1. Para el análisis intergrupo, fue posible observar que en M2 hubo una reducción significativa del número de repeticiones en la primera ( $F = 5,828$ ;  $p = 0,02$ ), segunda ( $F = 7,531$ ;  $p = 0,01$ ) y tercera ( $F = 15,818$ ;  $p = 0,001$ ) en comparación con el M1.

La Figura 2 representa el análisis entre el número de repeticiones realizadas en cada serie ejecutada en el aparato FS en ambos momentos de la intervención (M1 y M2).

Después del análisis intragrupos, se observó una reducción en la tercera serie del M1 ( $F = 7,151$ ,  $p = 0,003$ ) y de M2 ( $F = 3,691$ ,  $p = 0,04$ ) en comparación con las demás. El análisis intergrupos demostró que hubo una reducción significativa en el número de repeticiones en la primera ( $F = 5,053$ ;  $p = 0,03$ ) y tercera series ( $F = 7,005$ ;  $p = 0,01$ ) del M2 en comparación con el M1. No hubo diferencias intergrupos para la segunda serie ( $F = 3,323$ ,  $p = 0,08$ ).

La Tabla 2 presenta la comparación y variación porcentual ( $\Delta\%$ ) entre el número total de repeticiones realizadas en las tres series en los ejercicios utilizados en ambos momentos de la intervención (M1 y M2).

Es posible observar que hubo reducción significativa ( $p < 0,05$ ) entre el número total de repeticiones ejecutadas por los participantes en las tres series tanto en el LP como en la máquina de FS.

## Discusión

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del HIIT sobre el desempeño de la fuerza en miembros inferiores. El HIIT cuando se ejecutó anteriormente al EF redujo significativamente la fuerza muscular de

miembros inferiores. El ejercicio aeróbico puede provocar una fatiga residual que afecta a la capacidad de la realización de repeticiones máximas en el ejercicio de fuerza, y que una de las posibles causas de esa fatiga está relacionada con la deplección de las existencias de creatina-fosfato<sup>28,29</sup>.

El entrenamiento aeróbico de alta intensidad ( $>90\% VO_{2máx}$ ) recluta más las unidades motoras compuestas de fibras del tipo II, así como el entrenamiento de fuerza en protocolos por encima del 70% de 1RM<sup>30</sup>. Al analizar la influencia de los distintos métodos e intensidades del entrenamiento cardiorrespiratorio sobre el desempeño de la fuerza, sólo el método intermitente (1' de estímulo con 1' de recuperación) con intensidad elevada ( $90\% VO_{2máx}$ ) fue capaz de influir negativamente el desempeño de la fuerza<sup>31</sup>. Estas mismas intensidades fueron utilizadas en el presente estudio, corroborando así con los resultados presentados.

Para Simão *et al.*<sup>32</sup>, el desempeño tanto en los grandes como en los pequeños grupos musculares realizados por último en la secuencia de un programa de entrenamiento, resultan en un menor número de repeticiones, sobre todo en las últimas series de cada ejercicio. El desempeño es mejor en los ejercicios que inician una sesión de entrenamiento, independientemente del tamaño de la masa muscular y del número de articulaciones involucradas. Como en el presente estudio la reducción en el número total de repeticiones en el LP fue mayor que en el FS, esto fue probablemente debido a la interferencia del HIIT asociado al ejercicio neuromuscular realizado en el LP.

Sin embargo, los hallazgos de Raddi *et al.*<sup>33</sup> apuntan que la interferencia negativa del entrenamiento cardiorrespiratorio sobre el desempeño de la fuerza depende del segmento corporal utilizado, ya que, en su investigación, no se observaron diferencias significativas para la fuerza dinámica o isométrica de miembros superiores, con y sin previa realización de entrenamiento cardiorrespiratorio a través de carrera en tapiz rodante.

Leveritt *et al.*<sup>34</sup> investigaron los efectos de una sesión de ejercicio cardiorrespiratorio de alta intensidad sobre la fuerza de miembros inferiores, concluyendo que el desempeño muscular puede ser inhibido si la sesión de entrenamiento de fuerza es precedida por ejercicio incremental realizado en cicloergómetro con intensidades variando entre el 40% y el 100%. Estos datos corroboran con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se observó reducción en el desempeño muscular en los dos ejercicios probados cuando se realizaron después de una sesión de entrenamiento cardiorrespiratorio de intensidad elevada.

Jones *et al.*<sup>35</sup> evaluaron los efectos del orden de realización del entrenamiento concurrente sobre las respuestas endocrinas y la producción de fuerza. En cuanto a la producción de fuerza, los resultados sugieren que la realización del ejercicio cardiorrespiratorio previamente al entrenamiento de fuerza puede resultar en adaptaciones agudas desfavorables para el desarrollo de esta variable, sobre todo en intensidades elevadas.

Se constató que el desempeño en el entrenamiento de fuerza, cuando va precedido por entrenamiento cardiorrespiratorio, muestra reducción del 37,4% en comparación a su ejecución de forma aislada, presentando datos similares a los hallazgos del presente estudio. Después de la realización de entrenamiento cardiorrespiratorio, en intensidad del 70% de la  $FC_{reserva}$  la capacidad de realizar el entrenamiento de fuerza en el ejercicio Leg Press 45° con intensidad del 85%

de 1RM fue significativamente más baja. El mismo fue observado en el presente estudio.

En los resultados de la presente investigación, los hallazgos de Costa et al.<sup>2</sup> demostraron que el entrenamiento cardiorrespiratorio realizado anteriormente al entrenamiento de fuerza no fue capaz de ejercer influencia negativa sobre el desempeño muscular. Sin embargo, el entrenamiento cardiorrespiratorio fue realizado con una duración de 25', en intensidad del 70% de la FC<sub>reserva</sub>, y a través del método continuo. El rendimiento muscular fue evaluado en el ejercicio extensión de rodilla en silla con intensidad del 70% de 1RM.

Con base en los datos obtenidos en esta investigación, es posible concluir que el rendimiento muscular tanto en el ejercicio LP como en FS, evaluado por el número de repeticiones realizadas, presentó una reducción significativa cuando se realizó después de entrenamiento intervalado de alta intensidad. Así, es posible inferir que el entrenamiento aeróbico, con las características de volumen e intensidad prescritas en la presente investigación, es capaz de ejercer influencia negativa sobre el desempeño de la fuerza de miembros inferiores.

Se sugiere para estudios futuros el aumento de la muestra y del tiempo de intervención para que sea posible investigar el efecto crónico del entrenamiento concurrente sobre el desempeño de la fuerza en la realización de ejercicios para los mismos grupos musculares.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

- Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007;116(9):1081.
- Costa LS, Pereira WP, Calixto AM, Abdalla AS, Rosa G. Efeito do Exercício Aeróbico sobre o Desempenho da Força de Membros Inferiores. *Braz J Sports Exerc Res*. 2010;1(2):118-21.
- Mohr M, Krstrup P, Nielsen JJ, Nybo L, Rasmussen MK, Juel C, et al. Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007;292(4):1594-602.
- Cicioni-Kolsky D, Lorenzen C, Williams MD, Kemp JG. Endurance and sprint benefits of high intensity and supramaximal interval training. *Eur J Sport Sci*. 2013;13(3):304-11.
- Iaia FM, Bangsbo J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(Suppl, 2):11-23.
- Hamilton RJ, Paton CD, Hopkins WG. Effect of high-intensity resistance training on performance of competitive distance runners. *Int J Sports Physiol Perform*. 2006;1(1):40-9.
- Paavolainen L, Häkkinen K, Hämmäläinen I, Nummela A, Rusko H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J Appl Physiol*. 1999;86(5):1527-33.
- American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:687-708.
- Mascarenhas LPG, Souza WC, Franz J, Abreu VL, Decimo J, Cascante-Rusenhack M, et al. Effect of strength training on body composition, strength and aerobic capacity of Brazilians adolescents' handball players related with peak growth rate. *Arch Med Deporte*. 2016;33(4):239-43.
- Bell GJ, Syrotuik D, Martin TP, Burnham R, Quinney HA. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2000;81(5):418-27.
- Docherty D, Sporer B. A Proposed Model for Examining the Interference Phenomenon between Concurrent Aerobic and Strength Training. *Sports Med*. 2000;30(6):385-94.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J Strength Cond Res*. 2003;17(3):503-8.
- Pollock ML, Glenn AG, Janus DB, Jean-Pierre D, Rod KD, Barry AF, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(6):975-91.
- Paulo AC, Souza EO, Laurentino G, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Efeito do treinamento concorrente no desenvolvimento da força motora e da resistência aeróbia. *Rev Mackenzie Educ Fis Esporte*. 2005;4(4):145-54.
- Weston M, Taylor KL, Batterham AM, Hopkins WG. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med*. 2014;44(7):1005-17.
- Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W, Boonen S, Bautmans I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol*. 2013;48(11):1351-61.
- American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para testes de esforço e sua prescrição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014. p. 34.
- W.M.A. Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 59th WMA General Assembly, Seoul. 2008. (Consultado 26/02/2018). Disponible em: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
- Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Hans DR. Protocolo internacional para la valoración antropométrica (1ª ed.). United Kingdom. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, 2011.
- Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. Champaign: *Human Kinetics*; 2008. p. 249-58.
- Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima: revisão e novas evidências. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9(5):325-35.
- Loureiro S, Dias I, Sales D, Alessi I, Simão R, Fermio RC. Efeito das diferentes fases do ciclo menstrual no desempenho da força muscular em 10RM. *Rev Bras Med Esporte*. 2011;17(1):22-5.
- Lemos A, Simão R, Monteiro W, Polito M, Novaes J. Desempenho da força em idosas após duas intensidades do exercício aeróbico. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(1):28-32.
- Simão R, Monteiro W, Jacometo A, Tesseroli C, Teixeira G. A influência de três diferentes intervalos de recuperação entre séries com cargas para 10 repetições máximas. *Rev Bras Ci e Mov*. 2006;14(3):37-44.
- ACSM. Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde 3ªEd: Guanabara Koogan; 2011. p. 167.
- Gibala MJ, Little JP, Essen MV, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 2006;575(3):901-11.
- Foster C, Florhaug JA, Franklin LG, Hrovatin LA, Parker PD, Dodge C. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*. 2001;15(1):109-15.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. *Sports Med*. 1999;28(6):413-27.
- Gomes RV, Aoki MS. Suplementação de creatina anula o efeito adverso do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(2):131-4.
- Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LS, Conlee RK. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Phys Ther*. 1990;70(5):287-94.
- Souza EO, Tricoli V, Franchini E, Paulo AC, Regazzini M, Ugrinowitsch C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1286-90.
- Simão R, Farinatti, PTV, Polito MD, Maior AS, Fleck, SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistive exercises. *J Strength Cond Res*. 2005;19:152-6.
- Raddi L, Gomes R, Charro M, Bacurau R, Aoki M. Treino de Corrida não Interfere no Desempenho de Força de Membros Superiores. *Rev Bras Med Esporte*. 2008;14(6):544-7.
- Leveritt M, Abernethy J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. *J Strength Cond Res*. 1999;13(1):47-51.
- Jones TW, Howatson G, Russel M, French DN. Effects of strength and endurance exercise order on endocrine responses to concurrent training. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(3):326-34.