Selected Papers from Impact

¿La Rutina de Entrenamiento de Fuerza Corporal Dividida Realizada dos versus Tres Días por Semana Induce Adaptaciones Distintivas Morfológicas y de Fuerza en Hombres Entrenados en Fuerza? Un Estudio Longitudinal Aleatorizado

Does Split-Body Resistance Training Routine Performed Two Versus Three Days per Week Induce Distinct Strength and Morphological Adaptations in Resistance-Trained Men? A Randomized Longitudinal Study

Felipe Alves Brigatto[1], Júlio Benvenutti Bueno De Camargo[1], Yuri Benhur Machado[1], Moisés Diego Germano[1], Marcelo Saldanha Aoki[2], Tiago Volpi Braz[1] y Charles Ricardo Lopes[1,3]

[1]*Human Performance Research Laboratory, Human Movement Sciences Postgraduate Program, Methodist University of Piracicaba. Piracicaba, Brazil*
[2]*School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo. São Paulo, Brazil*
[3]*Adventist Faculty of Hortolândia. Hortolândia, Brazil*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue investigar los efectos crónicos del entrenamiento de cada grupo muscular a través de una rutina corporal dividida en 2 versus en 3 días a la semana sobre la fuerza muscular y adaptaciones morfológicas en hombres entrenados en fuerza (EF) recreativamente con el número de series por grupo muscular igualado entre condiciones. Veinte hombres sanos (28.8±6.1 años [rango 19 a 37 años]; 172.8±5.1 cm; masa corporal total = 70.2±7.4 kg; experiencia en EF = 3.5±0.8 años [rango 2 a 5 años]; frecuencia EF = 4.4±0.5 sesión•semana-1), se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos experimentales: 2 sesiones•sem-1 por músculo (G2x, n = 10), en los que cada músculo se entrenaba dos veces por semana con 9 series/sesión, o 3 sesiones•sem-1 por músculo (G3x, n = 10), en el que se entrenaba cada músculo tres veces por semana con 6 series/sesión. Todas las demás variables se mantuvieron constantes durante el período de estudio de 8 semanas (intensidad de entrenamiento: 8-12 repeticiones máximas; intervalos de descanso: 60 segundos entre series). No se observaron diferencias significativas entre las condiciones para la fuerza máxima en sentadilla trasera (G2x: Δ = 51.5%; G3x: Δ = 56.3%, p = 0.337) y press de banco (G2x: Δ = 15.4%; G3x: Δ = 20.5% , p = 0.756), grosor muscular del bíceps braquial (G2x: Δ = 6.9%; G3x: Δ = 8,9%, p = 0.495), tríceps braquial (G2x: Δ = 8.4%; G3x: Δ = 15.7%, p = 0.186), vasto lateral (G2x: Δ = 11.2%; G3x: Δ = 5.0%, p = 0.082) y cuádriceps anterior (recto femoral y vasto intermedio) (G2x: Δ =

12.1%; G3x: Δ = 21.0%, p = 0.102). En conclusión, tanto la condición G2x como la condición G3x pueden resultar en aumentos significativos en la fuerza y el tamaño muscular en hombres entrenados recreativamente.

Palabras Clave: entrenamiento, fuerza, dos o tres sesiones a la semana, estudio longitudinal

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the chronic effects of training muscle groups, through a split-body routine on 2 versus 3 days per week, on neuromuscular performance and morphological adaptations in resistance-trained men with the number of sets per muscle group equated between conditions. Twenty healthy men (28.8 ± 6.1 years [range 19 to 37 years]; 172.8 ± 5.1 cm; total body mass = 70.2 ± 7.4 kg; RT experience = 3.5 ± 0.8 years [range 2 to 5 years]; RT frequency = 4.4 ± 0.5 session·wk-1) volunteered to participate in this study. Subjects were randomly assigned into 2 experimental groups: (1) 2 sessions·wk-1 per muscle (G2x, n = 10), in which every muscle was trained twice a week with 9 sets or (2) 3 sessions·wk-1 per muscle (G3x, n = 10), in which every muscle was trained thrice a week with 6 sets. All other variables were held constant over the 8-week study period. No significant difference between conditions for maximal strength in the back squat and bench press, muscle thickness of the biceps brachii, triceps brachii, vastus lateralis and anterior quadriceps (rectus femoris and vastus intermedius) was detected. In conclusion, both G2x and G3x significantly enhance muscular adaptations, with a similar improvement noted between experimental conditions.

Keywords: training, strength, two or three sessions a week, longitudinal study

INTRODUCCIÓN

Los aumentos tanto en la fuerza como en el tamaño muscular (es decir, la hipertrofia) se consideran adaptaciones específicas del entrenamiento de fuerza (EF), que pueden mejorarse mediante la manipulación adecuada de las variables de entrenamiento, como la frecuencia de entrenamiento [1]. Generalmente, la frecuencia de EF se refiere al número de sesiones realizadas durante un período específico, generalmente descrito semanalmente. Además, la frecuencia de entrenamiento también se puede describir como el número de sesiones por semana (sesiones·sem-1) en las que se estimula el mismo grupo muscular [2].

Las personas que tienen como objetivo maximizar la hipertrofia suelen adoptar rutinas de entrenamiento con altos volúmenes asociados con largos períodos de recuperación (por ejemplo, 48h). En este sentido, los practicantes utilizan una rutina de cuerpo dividido (SPLIT) que incluye múltiples ejercicios para un grupo muscular específico dentro de una sesión de entrenamiento. En comparación con las rutinas de cuerpo completo, la adopción de una rutina SPLIT generalmente se justifica por el hecho de que puede reducir las series generales de una sesión de entrenamiento mientras aumenta la cantidad de series por grupo muscular y también requiere un tiempo reducido para realizar y una recuperación más prolongada. período entre sesiones [3]. Además, mayores volúmenes de entrenamiento dentro de la misma sesión también provocarían un mayor estrés metabólico intramuscular, lo que puede mejorar la respuesta hipertrófica a la sesión de EF [4].

Sin embargo, los estudios que comparan diferentes frecuencias de EF en sujetos entrenados, distribuidos en rutinas SPLIT versus rutinas de cuerpo completo sobre una base de volumen equivalente (mismo número de series por grupo muscular por semana), han mostrado resultados controvertidos. Algunos de estos estudios no informaron diferencias significativas entre frecuencias más altas (cuerpo completo) y más bajas (SPLIT) [5,6], mientras que otros demostraron un efecto hipertrófico potencialmente mejor para la rutina de cuerpo completo [2,7]. De hecho, las revisiones sistemáticas con meta-análisis no mostraron diferencias significativas entre la frecuencia más alta y la más baja sobre una base de volumen equivalente para los resultados de fuerza muscular [8] e hipertrofia [9].

Aunque está bien establecido que tanto las frecuencias más altas como las más bajas pueden generar aumentos sustanciales en la fuerza muscular y los resultados morfológicos, sólo 7 estudios han investigado los efectos de diferentes frecuencias de EF sobre las adaptaciones morfológicas en sujetos entrenados, utilizando métodos de diagnóstico por imágenes validados (por ejemplo, ultrasonido) para evaluar los cambios en el tamaño del músculo [2,6,7,10–13]. Además, la mayoría de los estudios que investigaron específicamente frecuencias de entrenamiento de 2 vs 3 días por semana

emplearon medidas de masa muscular de todo el cuerpo (por ejemplo, absorciometría de rayos X de energía dual), que no son tan sensibles para detectar cambios sutiles a lo largo del tiempo como el sitio -medidas específicas, como la ecografía o la resonancia magnética [14]. Según el conocimiento de los autores, sólo un estudio investigó los efectos de entrenar el mismo grupo muscular dos veces vs tres veces por semana en sujetos entrenados utilizando métodos de diagnóstico por imágenes validados [6]. En este estudio, en el que se compararon rutinas SPLIT (2 sesiones·sem-1) versus rutinas de cuerpo completo (3 sesiones·sem-1), ambas frecuencias produjeron aumentos similares sobre las adaptaciones musculares durante 10 semanas [6]. En este sentido, existe una escasez de estudios que investiguen los beneficios potenciales de entrenar grupos musculares empleando sólo rutinas SPLIT con frecuencias de 2 versus 3 sesiones·sem-1.

Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue comparar los efectos de una rutina SPLIT distribuida en 2 versus 3 sesiones·sem-1 por grupo muscular sobre la fuerza muscular y las adaptaciones morfológicas en hombres entrenados en fuerza de forma recreativa, con el número de series por grupo muscular por semana equiparado entre condiciones. Se planteó la hipótesis de que el grupo experimental que realizaba 3 sesiones semanales/grupo muscular presentaría adaptaciones musculares significativamente mayores en comparación con el grupo que entrenaba cada grupo muscular en 2 sesiones semanales.

MÉTODOS

Aproximación al problema

Este fue un estudio longitudinal aleatorizado en el que los participantes se emparejaron según la fuerza inicial y luego se asignaron al azar a 1 de los 2 grupos experimentales: 2 sesiones·sem-1 por grupo muscular (G2x, n = 10), donde cada grupo muscular fue estimulado en 2 sesiones semanales con 9 series/sesión; 3 sesiones·sem-1 por grupo muscular (G3x, n = 10), donde cada grupo muscular fue estimulado en 3 sesiones semanales con 6 series/sesión. Todas las demás variables del EF (por ejemplo, ejercicio realizado, orden de ejercicio, rango de repeticiones, intervalo de descanso entre series y ejercicios, etc.) se mantuvieron constantes a lo largo del período de intervención. El período experimental duró 11 semanas: 1ª semana – período de familiarización; 2ª semana – período previo a la intervención (línea de base); 3ª -10ª semana – período de intervención de entrenamiento; 11ª semana – período post-intervención. La carga total levantada (TLL) se calculó para cada sesión de EF con el fin de comparar la carga de entrenamiento externa acumulada entre los grupos durante el período de intervención.

Durante los períodos previos y posteriores a la intervención, se evaluaron la fuerza muscular voluntaria máxima (prueba de una repetición máxima [1RM] para los ejercicios de press de banco y sentadilla paralela trasera) y el grosor muscular (MT) del bíceps braquial, tríceps braquial, vasto lateral y cuádriceps anterior (recto femoral y vasto medial). Durante la primera semana, los voluntarios asistieron a 2 sesiones de familiarización en el laboratorio e informaron haberse abstenido de realizar cualquier ejercicio que no fuera de las actividades de la vida diaria durante al menos 48 horas antes de la primera sesión de familiarización. En la primera sesión, los voluntarios se familiarizaron con las pruebas de 1RM. Al día siguiente (24 horas después), los voluntarios se familiarizaron con los procedimientos estándar adoptados en todos los ejercicios de EF, como la posición del cuerpo, la cadencia, el rango de movimiento, el descanso, etc. Además, los sujetos fueron entrenados e instruidos para registrar su ingesta dietética.

Sujetos

Veinte hombres sanos (28.8±6.1 años [rango 19 a 37 años]; 172.8±5.1 cm; masa corporal total = 70.2±7.4 kg; experiencia en EF = 3.5±0.8 años [rango 2 a 5 años]; frecuencia de EF = 4.4±0.5 sesiones·semana-1) (Tabla 1) se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. El tamaño de la muestra se justificó por un análisis de potencia *a priori* basado en un estudio piloto en el que se evaluó el MT del vasto lateral como medida de resultado con una diferencia de tamaño del efecto objetivo de 0.75, un nivel alfa de 0.05 y una potencia (1−β) de 0.80 [15]. Todos los sujetos realizaron EF durante un mínimo de 3 días a la semana durante al menos 1 año y reportaron realizar regularmente todos los ejercicios adoptados durante la intervención y en las pruebas de fuerza durante al menos 1 año antes de iniciar el estudio. Además, los sujetos estaban libres de cualquier trastorno musculoesquelético existente y declararon que no habían tomado esteroides anabólicos ni ninguna otra ayuda ergogénica que pudiera aumentar el tamaño muscular durante el año anterior. Además, todos los sujetos presentaron un mínimo de 1RM en sentadilla trasera paralela de 1.25x de la masa corporal total y un 1RM en press de banco de al menos igual a la masa corporal total [16]. Este estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de la universidad (protocolo 1.792.429); todos los sujetos leyeron y firmaron un documento de consentimiento informado.

Protocolo de entrenamiento

El protocolo de EF constaba de 9 ejercicios dirigidos a cada uno de los principales grupos musculares. Se instruyó a los sujetos para que se abstuvieran de realizar cualquier tipo de entrenamiento adicional de la fuerza durante el estudio. Los protocolos específicos para G2x y G3x se describen en la Tabla 2. Los ejercicios se eligieron en base al hecho de que comúnmente se incluyen en los programas de EF de musculación y de fuerza [17]. El entrenamiento semanal G2x constaba de 4 sesiones de entrenamiento (Arutina + Brutina + Arutina + Brutina), mientras que el entrenamiento semanal G3x constaba de 6 sesiones de entrenamiento (Arutina + Brutina + Arutina + Brutina + Arutina + Brutina).

Cada serie involucraba 8-12 repeticiones máximas (RM) con 60 seg de descanso entre las series y 120 seg entre ejercicios. En caso de que no se pudiera realizar el rango de repeticiones objetivo dentro de una serie determinada (<8 repeticiones), se implementaban ajustes de la carga (5% a 10%) en la siguiente. Todas las series se llevaron a cabo hasta el punto de fallo muscular concéntrico momentáneo. La cadencia de las repeticiones se llevó a cabo de forma controlada, con acciones concéntricas y excéntricas de aproximadamente 1.5 seg, para una duración total de las repeticiones de aproximadamente 3 seg. La carga externa se ajustó para cada ejercicio, según era necesario, en series sucesivas para asegurar que los sujetos logren fallar en el rango de repeticiones objetivo. Los participantes informaban una calificación de esfuerzo percibido (RPE) basada en la escala de repeticiones en reserva (RIR) [18] de 9.5-10 para todas las series y ejercicios en las sesiones de EF.

Tabla 1. *Estadísticas descriptivas de base (media ±SD).*

Variables	G2x (n=10)	G3x (n=10)	*p* value
Age (years)	28.0 ± 6.7	29.7 ± 5.9	0.422
Total Body Mass (kg)	67.7 ± 5.5	72.7 ± 8.5	0.163
Height (cm)	171 ± 5	174 ± 4	0.425
RT Experience (years)	3.3 ± 0.8	3.0 ± 0.8	0.512
RT Frequency (sessions·wk^{-1})	4.4 ± 0.5	4.5 ± 0.5	0.481
1RMBENCH ÷ Body Mass	1.3 ± 0.2	1.3 ± 0.2	0.662
1RMSQUAT ÷ Body Mass	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.3	0.604

Nota. G2x = dos sesiones·sem-1 por grupo muscular; G3x = tres sesiones·sem-1 por grupo muscular; RT = entrenamiento de Fuerza 1RMBANCO ÷ Masa corporal = una prueba de repetición máxima en el valor del ejercicio de press de banco en relación con la masa corporal; 1RMSENTADILLA ÷ Masa Corporal = una prueba de repetición máxima en el valor del ejercicio de sentadilla paralela trasera respecto a la masa corporal.

Tabla 2. *Protocolos de entrenamiento.*

	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
G2x (n=10)	A_{rout} Bench press 5 sets Dumbbell flat fly 4 sets Cable triceps 4 sets Parallel back squat 5 sets Leg extension 4 sets	B_{rout} Lat pulldown 5 sets Straight-arm pull-down 4 sets Biceps curl 4 sets Seated leg curl 9 sets		A_{rout} Bench press 5 sets Dumbbell flat fly 4 sets Cable triceps 4 sets Parallel back squat 5 sets Leg extension 4 sets	B_{rout} Lat pulldown 5 sets Straight-arm pull-down 4 sets Biceps curl 4 sets Seated leg curl 9 sets	
G3x (n=10)	A_{rout} Bench press 3 sets Dumbbell flat fly 3 sets Cable triceps 3 sets Parallel back squat 3 sets Leg extension 3 sets	B_{rout} Lat pulldown 3 sets Straight-arm pull-down 3 sets Biceps curl 3 sets Seated leg curl 6 sets	A_{rout} Bench press 3 sets Dumbbell flat fly 3 sets Cable triceps 3 sets Parallel back squat 3 sets Leg extension 3 sets	Brout Lat pulldown 3 sets Straight-arm pull-down 3 sets Biceps curl 3 sets Seated leg curl 6 sets	A_{rout} Bench press 3 sets Dumbbell flat fly 3 sets Cable triceps 3 sets Parallel back squat 3 sets Leg extension 3 sets	B_{rout} Lat pulldown 3 sets Straight-arm pull-down 3 sets Biceps curl 3 sets Seated leg curl 6 sets

Nota. G2x = dos sesiones·sem-1 por grupo muscular; G3x = tres sesiones·sem-1 por grupo muscular; Arut = rutina dividida A; Brut = rutina dividida B.

Los asistentes de investigación supervisaron directamente todas las rutinas para asegurar el adecuado desempeño de las respectivas sesiones. Antes del período de intervención de entrenamiento, todos los sujetos se sometieron a pruebas de 10RM (según los procedimientos establecidos por Haff y Triplett [17]) para determinar las cargas de entrenamiento iniciales individuales para cada ejercicio. Se hicieron intentos para aumentar progresivamente las cargas externas levantadas cada semana mientras se mantenía el rango de repeticiones objetivo. No se reportaron lesionados y la adherencia al programa fue del 100% para ambos grupos.

Se instruyó a los participantes para que mantuvieran sus hábitos nutricionales habituales y evitaran tomar suplementos durante el período de estudio. La ingesta de nutrientes dietéticos se evaluó mediante recordatorios de alimentos de 24 horas en 2 días de semana no consecutivos y 1 día del fin de semana. Los sujetos fueron instruidos para registrar en detalle el tiempo de consumo, tipos y cantidad de alimentos preparados consumidos durante 24 hs. La estimación de la ingesta energética (macronutrientes) fue analizada por el software NutWin (UNIFESP, Sao Paulo, Brasil) durante las semanas 1, 4 y 8 del período de intervención (Tabla 3).

Prueba de fuerza máxima

La fuerza máxima de la parte superior e inferior del cuerpo se evaluó mediante pruebas de 1RM en los ejercicios de press de banca (1RMBANCO) y sentadilla trasera (1RMSENTADILLA). La prueba fue consistente con guías ya reconocidas [17]. Los sujetos realizaban series de 1 repetición de aumento de peso para la determinación de 1RM. La carga externa se ajustaba en ~5-10% en intentos posteriores hasta que el sujeto no podía completar 1 acción muscular máxima. Se permitió un descanso de 3 a 5 minutos entre cada intento sucesivo. Todas las determinaciones de 1RM se realizaron en 5 intentos. Los tests de 1RMBANCO se realizaron antes de 1RMSENTADILLA con un período de descanso de 20 minutos que separaba ambas pruebas. Todas las sesiones de prueba fueron supervisadas por el equipo de investigación para lograr un consenso de éxito en cada intento. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) test-retest, el coeficiente de variación (CV) y el error estándar de la medida (SEM) calculados a partir de los datos recopilados durante el período de familiarización y el período previo a la intervención (cinco días entre el test-retest) para 1RMBANCO fueron 0.989, 0.8% y 2.05 kg, respectivamente. El ICC, CV y SEM para 1RMSENTADILLA fueron 0.990, 0.7% y 1.95 kg, respectivamente.

Evaluaciones de espesor muscular

Se utilizaron imágenes de ultrasonido para obtener mediciones del grosor muscular (MT). Un técnico capacitado realizó todas las pruebas utilizando una unidad de imágenes por ultrasonido en modo A (Bodymetrix Pro System; Intelametrix Inc., Livermore, CA, EE. UU.). Las dimensiones del MT se obtuvieron midiendo la distancia desde la interfaz del tejido adiposo subcutáneo-músculo hasta la interfaz músculo-hueso, de acuerdo con los métodos utilizados por Abe y cols. [17]. Se tomaron medidas en el lado derecho del cuerpo en 4 sitios: bíceps braquial (MTBB), tríceps braquial (MTTB), vasto lateral (MTVL) y cuádriceps anterior (MTAQ). Las mediciones de la parte superior del brazo se realizaron mientras los participantes estaban de pie. Luego, los participantes se acostaron en posición supina sobre una mesa de examen para medir los músculos de los muslos.

Para la parte anterior y posterior del brazo, se tomaron medidas 60% distales entre el epicóndilo lateral del húmero y el acromion de la escápula; para los músculos del muslo, se tomaron medidas al 50% de la distancia entre el cóndilo lateral del fémur y el trocánter mayor. Para mantener la consistencia entre las pruebas previas y posteriores a la intervención, cada sitio se marcó con tinta de henna (reforzada cada semana). Todas las imágenes se obtuvieron 48-72 hs antes de iniciar el estudio y después de la última sesión de entrenamiento [19]. Todas las imágenes fueron realizadas por un investigador experimentado que desconocía el protocolo de EF realizado. Los ICC test-retest para MTBB, MTTB, MTVL y MTAQ fueron 0.998, 0.996, 0.999 y 0.995, respectivamente. Los CV para estas medidas fueron 0.6, 0.4, 0.6 y 0.7%, respectivamente. Los SEM para estas medidas fueron 0.42, 0.29, 0.41 y 0.40 mm, respectivamente.

Carga total levantada

La TLL (series x repeticiones x carga externa [kgf]) se calculó a partir de registros de entrenamiento completados por asistentes de la investigación para cada sesión de EF. La TLL acumulada (ATLL) fue la suma de todas las semanas de EF. El ΔTLL describió la diferencia en la TLL entre la octava y la primera semana del período de entrenamiento (por ej., la TLL en la semana 8 menos la TLL en la semana 1). Sólo se incluyeron para el análisis las repeticiones realizadas a través de un rango completo de movimiento. Los datos se expresaron en unidades de kilogramo-fuerza (kgf).

Análisis estadístico

La normalidad y homogeneidad de las varianzas se verificaron mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Antes del análisis, todos los datos se transformaron logarítmicamente para el análisis a fin de reducir el sesgo que surge del error de falta de uniformidad (heterocedasticidad). Se utilizaron la media, la desviación estándar (SD) y los intervalos de confianza (IC) del 95% después de asumir la normalidad de los datos. Para comparar los valores medios de las variables descriptivas basales, la ATLL y el Δkgf (semana 8 – semana 1) entre los grupos (G2x vs. G3x), se utilizó un t-test no apareado. Se utilizó un análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) para comparar el efecto temporal de 1RMBANCO y 1RMSENTADILLA (antes y después de la semana 8) x dos grupos (G2x vs G3x). Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas 2 x 2 para comparar el efecto del tiempo en MTBB, MTTB, MTVL, MTAQ (antes y después de la semana 8) y los dos grupos. Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas 2 x 3 (grupos de interacción y tiempo [semanas 1, 4 y 8]) para comparar las variables de ingesta de alimentos (kcal totales, proteínas, carbohidratos y lípidos). Las comparaciones *post hoc* se realizaron con la corrección de Bonferroni. Los supuestos de esfericidad se evaluaron mediante la prueba de Mauchly. Cuando se violó la esfericidad ($p < 0.05$), se aplicó el factor de corrección de Greenhouse-Geisser. Además, los tamaños del efecto se evaluaron utilizando una *eta* cuadrada parcial ($\eta 2p$), con <0.06, 0.06-0.14 y >0.14 indicando un efecto pequeño, mediano y grande, respectivamente. También se adoptaron los tamaños del efecto (ES) de las diferencias absolutas (antes y después de las 8 semanas) en los valores brutos de las variables usando la diferencia estandarizada basada en las unidades de la *d* de Cohen por medio (valor *d*) [20]. Los resultados *d* se interpretaron cualitativamente utilizando los siguientes umbrales: <0.2, trivial; 0.2- 0.6, pequeño; 0.6-1.2, moderado; 1.2- 2.0, grande; 2.0-4.0, muy grande

y; >4.0, extremadamente grande. Si los límites de confianza del 90% (IC del 95 %) se superponían, los valores positivos y negativos pequeños para la magnitud se consideraban poco claros; de lo contrario, se consideró que esa magnitud era la magnitud observada [21]. Todos los análisis se realizaron en el software SPSS-22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). La significación adoptada fue p <0.05. Las figuras se elaboraron con el software GraphPad Prism versión 6.0 (La Jolla, CA, EE. UU.) siguiendo los supuestos para datos continuos.

RESULTADOS

No se observaron diferencias significativas entre los grupos para ninguna de las mediciones iniciales (todas p >0.05 [Tabla 1]). No hubo diferencias significativas en ninguna de las variables de ingesta dietética (total de kcal, proteínas, carbohidratos y lípidos) ni dentro ni entre los grupos durante el transcurso del estudio (todas las p >0.05 [Tabla 3]).

Tabla 3. *Ingesta estimada de nutrientes dietéticos para G2x y G3x (media ±SD).*

				ANOVA 3x2	
Variables	**Week 1**	**Week 4**	**Week 8**	**Time Effect *P* value**	**Time X Group Interaction *P* value**
Total (kcal)					
G2x	2497 ± 301	2505 ± 318	2621 ± 215	0.215	0.202
G3x	2518 ± 291	2552 ± 367	2539 ± 287	0.308	
Protein (g/kg^{-1})					
G2x	2.5 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.5 ± 0.4	0.214	0.188
G3x	2.4 ± 0.4	2.5 ± 0.4	2.4 ± 0.3	0.157	
Carbohydrate (g/kg^{-1})					
G2x	5.3 ± 0.4	5.3 ± 0.7	5.5 ± 0.4	0.202	0.242
G3x	5.0 ± 0.7	5.1 ± 1.0	5.0 ± 0.6	0.391	
Lipids (g/kg^{-1})					
G2x	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.288	0.376
G3x	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.329	

Nota. G2x = dos sesiones·sem-1 por grupo muscular; G3x = tres sesiones·sem-1 por grupo muscular; Total (Kcal) = ingesta total de kilocalorías (promedio de 3 días registrados); g/kg-1 = gramos por kilogramo de masa corporal.

Fuerza muscular

Se observó un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 15.603, p = 0.001, η2p = 0.464), pero no de interacción grupo x tiempo (F1,18 = 0.100, p = 0.756, η2p = 0.006), para 1RMBANCO. Hubo un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 230.872, p = 0.001, η2p = 0.928) pero no de interacción grupo x tiempo (F1,18 = 0.973, p = 0.337, η2p = 0.051) para 1RMSENTADILLA (Tabla 4). El tamaño del efecto en las diferencias absolutas post 8 semanas - pre fue moderado entre G2x vs G3x en 1RMBANCO (d = 0.85, IC del 90 % = 0.48 a 1.22) y en 1RMSENTADILLA (d = 0.44, IC del 90 % = 0.00 a 0.88) (Figura 1).

Tabla 4. *Medidas de fuerza muscular antes y después de las 8 semanas (media ±SD).*

Variables	Pre	Post 8 weeks	Δ%	MD [95%CI]	time *P* value	time*group *P* value
$1RM_{BENCH}$ (kg)						
G2x	91 ± 15	105 ± 15a	15.4	14 [9 to 19]	0.001	0.756
G3x	91 ± 16	110 ± 13a	20.5	19 [13 to 25]	0.001	
$1RM_{SQUAT}$ (kg)						
G2x	117 ± 19	178 ± 19a	51.5	61 [48 to 74]	0.001	0.337
G3x	122 ± 32	191 ± 27a	56.3	69 [47 to 91]	0.001	

Nota. G2x = dos sesiones·sem-1 por grupo muscular; G3x = tres sesiones·sem-1 por grupo muscular; 1RMBENCH = test de 1 repetición máxima en el ejercicio de press de banco; 1RMSQUAT = test de 1 repetición máxima en el ejercicio de sentadilla paralela trasera; DM = Diferencia de Medias e Intervalo de Confianza del 95%. a Significativamente mayor que el valor pre-intervención correspondiente (P <0.05).

Tabla 5. *Medidas de Morfología Muscular Pre- y Post- 8 semanas (media ±SD).*

Variables	Pre	Post 8 weeks	Δ%	MD [95%CI]	time *P* value	time*group *P* value
MT_{BB} (mm)						
G2x	31.8 ± 5.2	34.0 ± 4.4a	6.9	2.2 [1.0 to 3.4]	0.027	0.495
G3x	34.7 ± 4.9	37.8 ± 6.0a	8.9	3.1 [1.9. to 4.3]	0.003	
MT_{TB} (mm)						
G2x	32.8 ± 6.9	35.5 ± 6.3a	8.4	2.7 [2.1 to 3.3]	0.001	0.186
G3x	26.4 ± 9.7	30.6 ± 9.2a	15.7	4.2 [3.3 to 5.1]	0.0001	
MT_{VL} (mm)						
G2x	35.3 ± 8.6	39.3 ± 10.1a	11.2	4.1 [3.3 to 4.9]	0.0001	0.082
G3x	32.4 ± 7.9	34.0 ± 7.7a	5.0	1.6 [0.7 to 2.5]	0.035	
MT_{AQ} (mm)						
G2x	33.0 ± 9.4	37.0 ± 10.2 a	12.1	4.1 [3.4 to 4.8]	0.0001	0.102
G3x	29.0 ± 10.0	35.1 ± 10.1a	21.0	6.1 [4.9 to 7.3]	0.0001	

Nota. G2x = dos sesiones·sem-1 por grupo muscular; G3x = tres sesiones·sem-1 por grupo muscular; MTBB = espesor muscular del músculo bíceps braquial; MTTB = espesor muscular del músculo tríceps braquial; MTVL = espesor muscular del músculo vasto lateral; MTAQ = grosor muscular del músculo cuádriceps anterior; DM = Diferencia de Medias e Intervalo de Confianza del 95%. a Significativamente mayor que el valor pre-intervención correspondiente (p <0.05).

Espesor muscular

Se observó un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 16.798, p = 0.0001, η2p = 0.483), pero no de interacción grupo x tiempo F1,18 = 0.485, p = 0.495, η2p = 0.026) para MTBB. Hubo un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 49.950, p = 0.001, η2p = 0.723), pero no de interacción grupo x tiempo (F1,18 = 1.890, p = 0.186, η2p = 0.095) para MTTB. Se observó un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 30.876, p = 0.001, η2p = 0.632), pero no de interacción grupo x tiempo (F1,18 = 5.425, p = 0.082, η2p = 0.232) para MTVL. Hubo un efecto principal significativo del tiempo (F1,18 = 69.037, p = 0.001, η2p = 0.793), pero no se observó interacción grupo x tiempo (F1,18 = 2.977, p = 0.102, η2p = 0.142), para MTAQ (Cuadro 5). El tamaño del efecto en las diferencias absolutas post 8 semanas - pre fue moderado entre G2x vs G3x en MTBB (d = 0.31, IC del 90% = 0.03 a 0.59), MTBB (d = 0.61, IC del 90% = 0.11 a 1.11),

MTVL (d = -0.60, IC del 90% = -1.05 a -0.15) y MTAQ (d = 0.77, IC del 90% = 0.34 a 1.20) (Figura 1).

Carga total levantada

No se observó ningún efecto significativo para la ATLL (p = 0.057) entre los grupos (Figura 2A). No se observó un efecto significativo de los grupos para las diferencias absolutas delta de la TLL en la semana 8 menos la semana 1 (p = 0.160; G2x = 28% vs G3x = 29%) (Figura 2B).

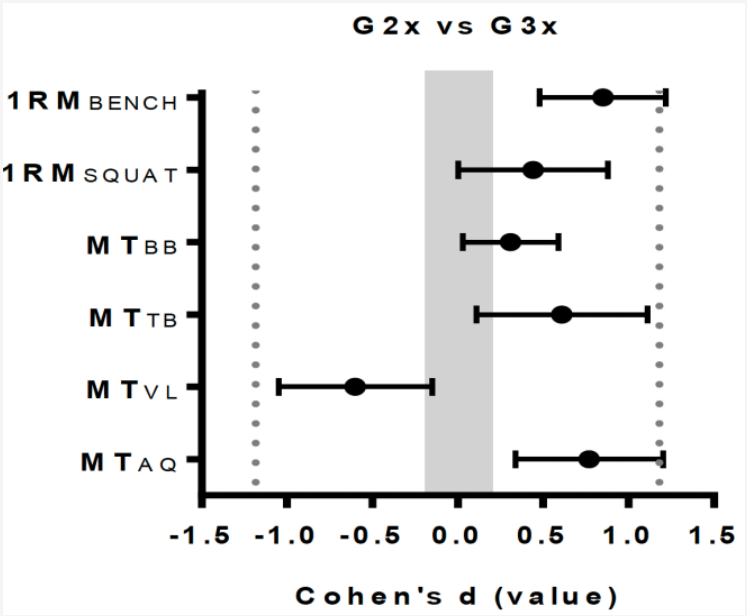

Figura 1. *Comparación de los grupos G2x (2 sesiones por semana) y G3x (3 sesiones por semana) en 1RMBANCO, 1RMSENTADILLA, grosor muscular del bíceps braquial (MTBB), tríceps braquial (MTTB), vasto lateral (MTVL) y cuádriceps anterior (MTAQ) músculos. Se utilizó el principio del tamaño del efecto (ES) de Cohen ± 90% de intervalos de confianza para comparar las diferencias absolutas de las variables en el post 8 semanas – pre (valores crudos). Las áreas triviales eran una barra gris (d <0.2). La línea discontinua gris son los límites superiores moderados del ES.*

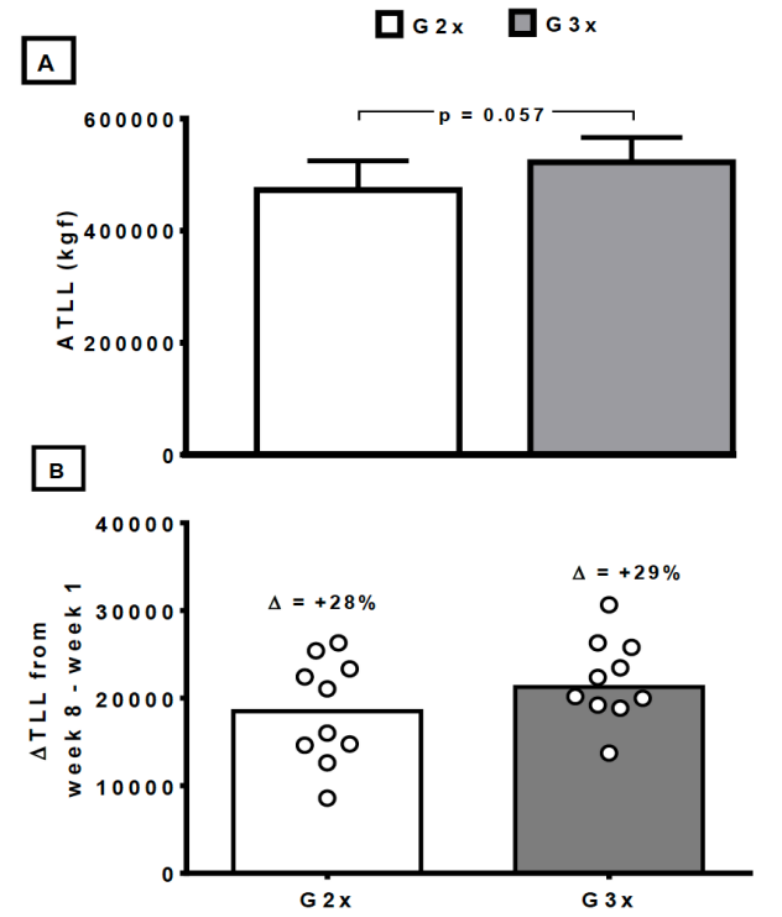

Figura 2. *Carga total acumulada levantada semanalmente (ATLL) de los sujetos durante las 8 semanas de entrenamiento de la intervención (2A). Delta (Δ) diferencias absolutas y relativas (%) de la TLL (kgf) en la semana 8 menos la semana 1 (2B).*

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio que evalúa los efectos crónicos de una rutina SPLIT (dividida) realizada 2 vs 3 días a la semana sobre la fuerza muscular y las adaptaciones morfológicas en hombres entrenados recreativamente. El principal hallazgo del presente estudio fue que adoptar rutinas SPLIT dos veces por semana es tan eficiente como entrenar tres veces por semana para promover aumentos en la fuerza máxima e hipertrofia durante un programa de 8 semanas.

Tanto el grupo G2x como el grupo G3x provocaron aumentos significativos en la fuerza dinámica máxima de las extremidades superiores (1RMBANCO: 15.4% y 20.5%, respectivamente) e inferiores (1RMSENTADILLA: 51.5% y 56.3%, respectivamente). No se observaron diferencias estadísticas entre las condiciones y las diferencias de ES fueron moderadas (d = 0.85) y pequeñas (d = 0.44), a favor de G3x para 1RMBANCO y 1RMSENTADILLA, respectivamente, lo que sugiere una diferencia significativa en los resultados. Estos resultados están en línea con varios estudios que no observaron diferencias entre los grupos con respecto a las adaptaciones de la fuerza muscular al comparar frecuencias de 1 vs 2 [10,11,13]; 1 vs 3 [2,22]; 2 vs 3 [6]; 2 contra 4 [23]; 1 vs 5 [5,7] y 3 vs 6 sesiones·sem-1 por grupo muscular [12,24] en hombres entrenados en fuerza. Además, nuestros hallazgos corroboran esencialmente los datos meta-analíticos recientes que muestran que, en condiciones de volumen igualado, el aumento de la frecuencia de entrenamiento no resultó en aumentos adicionales de la fuerza máxima [8]. Estos hallazgos son algo contradictorios, ya que la teoría del aprendizaje motor dicta que la práctica de un ejercicio determinado con mayor frecuencia conduce a una mejor adquisición de habilidades, posiblemente a través de mejoras neuronales [25].

El presente estudio adoptó un protocolo de EF de alto volumen (18 series semanales por grupo muscular) ya que los hallazgos anteriores informaban una relación dosis-respuesta entre el volumen de EF y la fuerza muscular [26] y la hipertrofia [27]. Por lo tanto, de acuerdo con los hallazgos actuales, parece que el volumen de EF semanal es más

importante que la frecuencia de EF para promover las adaptaciones de la fuerza muscular en hombres entrenados recreativamente. En este sentido, parece plausible sugerir que cuando se adopta un alto volumen semanal de EF, se observa una reducida ventaja neural de una mayor frecuencia de entrenamiento.

En cuanto al MT (grosor muscular), no se observó diferencia significativa entre los grupos. Lasevicius y cols. [6] compararon rutinas SPLIT (dos sesiones·semana-1) versus rutinas de cuerpo completo (tres sesiones·semana-1) durante un período de 10 semanas y no informaron diferencias significativas en la hipertrofia muscular entre ambos grupos. El presente estudio amplía los hallazgos previos al proporcionar evidencia de que las frecuencias de 2 vs 3 sesiones·sem-1 dieron como resultado una hipertrofia muscular similar incluso cuando se empleó la misma rutina SPLIT en una condición de volumen equivalente. Además, estos resultados parecen estar en línea con varios estudios que no observaron diferencias entre grupos sobre la hipertrofia muscular al comparar frecuencias de 1 vs 2 [10,11,13]; 2 vs 4 [23]; 1 vs 5 [5]; 3 vs 6 sesiones·sem-1 por grupo muscular [12,24]. Curiosamente, aunque los hallazgos del estudio actual reflejan esencialmente los resultados de un meta-análisis anterior [9], también difieren de un estudio anterior de nuestro grupo de investigación que informó que la hipertrofia muscular se potenció al adoptar una frecuencia de entrenamiento más alta [7]. Se deben reconocer algunas diferencias metodológicas para comparar estos distintos resultados. En primer lugar, se adoptó una mayor frecuencia de entrenamiento para cada grupo muscular (5 sesiones semanales) en Zaroni y cols. [7] en comparación con el presente estudio. En segundo lugar, la experiencia de entrenamiento de los participantes difería entre la investigación actual y la de Zaroni y cols. [7] (3.5 vs a 6.4 años, respectivamente). Por lo tanto, se puede sugerir que los efectos eventuales del aumento de la frecuencia de entrenamiento sobre la morfología muscular pueden ser modulados de alguna manera por la experiencia de entrenamiento del sujeto. Además, se informó una diferencia significativa en la ATLL entre los grupos en el estudio de Zaroni y cols. [7] pero no en el presente estudio, lo que sugiere que una frecuencia de entrenamiento más alta sólo conduce a adaptaciones hipertróficas maximizadas cuando resulta en una ATLL significativamente más alta en comparación con un protocolo de entrenamiento de frecuencia más baja.

La ausencia de diferencias en las respuestas del MT entre los grupos observados en el presente estudio puede justificarse parcialmente por el hecho de que el ΔTLL (aumento de la TLL) fue similar entre G2x y G3x (28% vs 29%, respectivamente). De hecho, datos previos de nuestro grupo de investigación [28] y otros [29] informaron que en condiciones de progresión de carga similares, las adaptaciones hipertróficas no difieren entre los grupos experimentales, incluso cuando se observa una diferencia significativa en la ATLL. En este sentido, aunque se justifican estudios adicionales, se puede sugerir que una magnitud adecuada de la progresión de la carga parece ser más relevante que manipular la frecuencia del EF para promover adaptaciones morfológicas en sujetos con un nivel de entrenamiento intermedio.

Curiosamente, también se debe tener en cuenta que se observó una diferencia del ES de pequeña a moderada, pero potencialmente significativa (rango de 0.31 a 0.77), a favor de G3x vs G2x para 3 de los 4 sitios del MT evaluados (Figura 1). Estos hallazgos sugieren un potencial beneficio hipertrófico para la mayor frecuencia de entrenamiento. Se requieren estudios futuros que utilicen mediciones directas de la hipertrofia (es decir, ecografía, imágenes por resonancia magnética o tomografía computarizada) y que adopten un enfoque estadístico clínico/práctico para proporcionar una mayor comprensión de este tema.

El presente estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, el período de estudio duró sólo 8 semanas. Aunque esta duración fue suficiente para dar como resultado un aumento significativo en la fuerza muscular y el grosor muscular en ambos grupos, es concebible que los resultados entre los grupos pudieran haber cambiado durante un período de tiempo más largo. En segundo lugar, el pequeño tamaño de la muestra podría haber afectado el poder estadístico.

Como es el caso en la mayoría de los estudios de EF longitudinales, se observó un alto grado de variabilidad interindividual entre los sujetos, lo que limitó la capacidad de detectar una diferencia significativa en varias medidas de los resultados. A pesar de esta limitación, el análisis de los tamaños del efecto proporciona una buena base para sacar conclusiones inferenciales de los resultados. Finalmente, los hallazgos del presente estudio son específicos para hombres jóvenes entrenados en nivel recreativo y no pueden extrapolarse a otras poblaciones.

CONCLUSIONES

El presente estudio sugiere que el entrenamiento de cada grupo muscular a través de una rutina SPLIT (dividida) realizada en 2 o 3 sesiones·semana-1 son estrategias viables para aumentar la fuerza muscular y la hipertrofia en hombres entrenados en fuerza de forma recreativa cuando el volumen se iguala entre las condiciones de entrenamiento. El mayor tamaño del efecto que favorece al grupo de G3x para algunas medidas de resultado sugiere un beneficio potencial para un programa de entrenamiento de 3 veces por semana y puede ser considerado por los entrenadores de la fuerza y del acondicionamiento físico al prescribir programas de EF. Es posible que estos beneficios puedan estar relacionados con la

distribución del mismo volumen semanal de EF en un mayor número de sesiones de entrenamiento, lo que puede atenuar la fatiga muscular acumulada durante la sesión. Además, las preferencias personales y el tiempo disponible para realizar las sesiones de entrenamiento deben tenerse en cuenta al manipular específicamente la frecuencia del entrenamiento.

REFERENCIAS

1. Dankel SJ, Mattocks KT, Jessee MB, Buckner SL, Mouser JG, Counts BR, et al. (2016). Frequency: The Overlooked Resistance Training Variable for Inducing Muscle Hypertrophy? Sport Med. *Springer International Publishing; 2016*
2. Schoenfeld BJ, Ratamess NA, Peterson MD, Contreras B, Tiryaki-Sonmez G. (2015). Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *J Strength Cond Res. 2015; 29: 1821–9.*
3. Kerksick CM, Wilborn CD, Campbell BI, Roberts MD, Rasmussen CJ, Greenwood M, et al. (2009). Early-Phase Adaptations to a Split-Body, Linear Periodization Resistance Training Program in College-Aged and Middle-Aged Men. *J Strength Cond Res. 2009; 23: 962–71.*
4. Schoenfeld BJ. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sport Med. 2013; 43: 179–94.*
5. Gomes GK, Franco CM, Nunes PRP, Orsatti FL. (2019). High-Frequency Resistance Training Is Not More Effective Than Low-Frequency Resistance Training in Increasing Muscle Mass and Strength in Well-Trained Men. *J strength Cond Res. 2019; 33: S130–9.*
6. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Grgic J, Laurentino G, Tavares LD, Tricoli V. (2019). Similar muscular adaptations in resistance training performed two versus three days per week. *J Hum Kinet. 2019; 68: 135–43.*
7. Zaroni RS, Brigatto FA, Schoenfeld BJ, Braz T V., Benvenutti JC, Germano MD, et al. (2019). High Resistance-Training Frequency Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *J strength Cond Res. 2019; 33: S140–51.*
8. Ralston GW, Kilgore L, Wyatt FB, Baker JS. (2017). The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sport Med. Springer International Publishing; 2017; 47: 2585–601.*
9. Schoenfeld BJ, Grgic J, Krieger J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *J Sports Sci. Routledge; 2019; 37: 1286–95.*
10. Brigatto FA, Braz T V., Zanini TCC, Germano MD, Aoki MS, Schoenfeld BJ, et al. (2019). Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology After 8 Weeks in Trained Men. *J Strength Cond Res. 2019; 33: 2104–16.*
11. Gentil P, Fisher J, Steele J, Campos MH, Silva MH, Paoli A, et al. (2018). Effects of equal-volume resistance training with different training frequencies in muscle size and strength in trained men. *PeerJ. 2018:1–12.*
12. Saric J, Lisica D, Orlic I, Grgic J, Krieger JW, Vuk S, et al. (2019). Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res. 2019; 33: S122–9.*
13. Tavares LD, de Souza EO, Ugrinowitsch C, Laurentino GC, Roschel H, Aihara AY, et al. (2017). Effects of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. *Eur J Sport Sci. 2017; 17: 665–72.*
14. Maden-Wilkinson TM, Degens H, Jones DA, McPhee JS. (2013). Comparison of MRI and DXA to measure muscle size and age-related atrophy in thigh muscles. *J Musculoskelet Neuronal Interact. 2013; 13: 320–8.*
15. Eng J. (2003). Sample size estimation: how many individuals should be studied? Radiology. *2003; 227: 309–13.*
16. Santos Junior ERT, de Salles BF, Dias I, Ribeiro AS, Simão R, Willardson JM. (2021). Classification and Determination Model of Resistance Training Status. *Strength Cond J. 2021; 43: 77–86.*
17. Haff GG, Triplett NT. (2016). Essentials of Strength Training and Conditioning. *4th ed. Champaign, IL; 2016.*
18. Helms ER, Cronin J, Storey A, Zourdos MC. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength Cond J. 2016; 38: 42–9.*
19. Ogasawara R, Thiebaud RS, Loenneke JP, Loftin M, Abe T. (2012). Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. *Interv Med Appl Sci. 2012; 4: 217–20.*
20. Dankel SJ, Mouser JG, Mattocks KT, Counts BR, Jessee MB, Buckner SL, et al. (2017). The widespread misuse of effect sizes. *J Sci Med Sport. Sports Medicine Australia; 2017; 20: 446–50.*
21. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc. 2009; 41: 3–13.*
22. McLester JR, Bishop P, Guilliams ME. (2000). Comparison of 1 Day and 3 Days Per Week of Equal-Volume Resistance Training in Experienced Subjects. *J Strength Cond Res. 2000; 14: 273–81.*
23. Yue FL, Karsten B, Larumbe-Zabala E, Seijo M, Naclerio F. (2018). Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. *Appl Physiol Nutr Metab. 2018; 43: 475–81.*
24. Colquhoun RJ, Gai CM, Aguilar D, Bove D, Dolan J, Vargas A, et al. (2018). Training Volume, Not Frequency, Indicative of Maximal Strength Adaptations to Resistance Training. *J Strength Cond Res. 2018; 32: 1207–13.*
25. Shea CH, Lai Q, Black C, Park JH. (2000). Spacing practice sessions across days benefits the learning of motor skills. *Hum Mov Sci. 2000; 19: 737–60.*
26. Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, Lazinica B, Krieger JW, Pedisic Z. (2018). Effect of Resistance Training Frequency on Gains in

Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med. Springer International Publishing; 2018; 48: 1207–20.*
27. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci. 2017; 35: 1073–82.*
28. Correa DA, Brigatto FA, Braz TV, de Camargo JBB, Aoki MS, Marchetti PH LC. (2021). Twice-daily sessions result in a greater muscle strength and a similar muscle hypertrophy compared to once-daily session in resistance-trained men. *J Sport Med Phys Fit. 2021;*
29. Damas F, Angleri V, Phillips SM, Witard OC, Ugrinowitsch C, Santanielo N, et al. (2019). Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualized responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. *J Appl Physiol. 2019; 127: 806–15.*

Cita Original

Brigatto, F. A., De Camargo, J. B. B., Machado, Y. B., Germano, M. D., Aoki, M. S., Braz, T. V., Lopes, C. R. (2022). Does Split-Body Resistance Training Routine Performed Two Versus Three Days Per Week Induce Distinct Strength and Morphological Adaptations in Resistance-Trained Men? A Randomized Longitudinal Study. International Journal of Strength and Conditioning, 2 (1). DOI: https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.96