

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：32672

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01693

研究課題名(和文)筋力トレーニングにおける最大反復回数の実施はトレーニング効果を最大化するか？

研究課題名(英文)Is resistance training to volitional failure necessary for muscle hypertrophy?

研究代表者

岡田 隆 (OKADA, Takashi)

日本体育大学・体育学部・准教授

研究者番号：80532647

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、最大反復回数(オールアウト)まで行う低負荷のレジスタンストレーニングが、速度を基準とした疲労まで行う低負荷のレジスタンストレーニングと比較して、短期的および長期的にどのような適応に影響を及ぼすのか検討した。対象者は、低負荷でオールアウト群(LVoF: volitional failure, n=9)、低負荷で速度的疲労群(LVeF: velocity fatigue, n=8)、高負荷群(HL: high-load, n=10)に無作為に分類した。低負荷でオールアウトまで行うトレーニングは、トレーニング量の等しい速度的疲労まで行うトレーニングと同様に、筋肥大を誘発することを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

最大挙上回数まで行うトレーニングの有用性を低強度の筋力トレーニングを用いて検討した。その結果、トレーニングをあまり行っていない対象者であれば、最大挙上回数までおこなわなかったとしても高強度と同様に筋肥大することが明らかになった。最大反復までのトレーニングは、筋損傷などを起こすことも報告されていることから、速度の低下などを利用することで、アスリートのインシーズンのトレーニングや、健康増進を目的とした一般の人のトレーニングのプログラム計画に有効である。

研究成果の概要(英文)：We investigated how resistance training (RT) to failure at low load affects acute responses and chronic muscle adaptations compared with low-load RT to velocity fatigue at equal work volume. Twenty-seven subjects performed 8 weeks of bench press twice weekly. Participants were randomly assigned to one of three groups: low-load volitional failure (LVoF, n=9), low-load velocity fatigue (LVeF, n=8), and high-load (HL, n=10). RT comprised 3 sets to failure at 40% one repetition maximum (1RM) in the LVoF group, 3 sets to velocity fatigue (20% lifting velocity loss) at 40% 1RM in the LVeF group, and 3 sets of 8 repetitions at 80% 1RM in the HL group. In conclusion, low-load RT to volitional failure induces muscle hypertrophy similar to volume-matched velocity fatigue.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：筋力トレーニング ベンチプレス スクワット 筋肥大 筋力向上 挙上速度

## 1. 研究開始当初の背景

トレーニングにおける負荷と量は、筋力増加や筋肥大のようなレジスタンストレーニング (RT) による適応を誘発するための重要な要素である。筋力の増加は低負荷( $\leq 60\%$  1RM)よりも高負荷( $>60\%$  one repetition maximum [1RM])のレジスタンストレーニングが適している。また、高負荷のトレーニングに関する最近の研究では、週に少ないセット数を行う低ボリューム(量)よりも、週に多くのセット数をこなす高ボリューム(量)が筋肥大を誘発することを示した。しかし、低負荷のトレーニングについては、トレーニング量と筋肥大との関連性については不明である。

また、オールアウトは RT の適応を誘発する重要な因子である。オールアウトとは、繰り返しの収縮を一定の運動で行うことができなくなることである。低負荷と高負荷のオールアウトまで行う RT において、たとえ高負荷よりも低負荷でトレーニングの総量が高かったとしても、同程度の筋肥大を誘発する。さらに、低負荷のトレーニングによる急性反応(筋浮腫、エコー負荷、血液貯留、代謝物の蓄積)は、高負荷のトレーニングよりも高い。しかし、急性反応である筋浮腫と長期的適応である筋肥大の関連性について示した研究はごくわずかである。よって、単発の RT の急性反応と、RT 後の長期的適応である筋肥大との関連性については明確ではない。最近の研究では、中-高負荷の RT におけるオールアウトは、オールアウトまで行わない場合と比較して筋肥大の適応に優れていると報告しているが、筋力やパワー増加の適応は低い、もしくは同様であるとされている。しかしながら、低負荷の RT を扱ったオールアウトとオールアウトまで行わない場合について比較した研究がない。

最近では、RT 中の挙上速度は疲労の指標として用いられている。また、最近の研究では RT 中の挙上速度の低下が長期的適応の筋力増加にネガティブな影響をもたらすと報告されている。Pareja-Blanco et al. [1]は、RT を 40%の挙上速度低下まで行う RT と、20%の挙上速度低下まで行う RT を比較しており、挙上速度の低下が大きい群よりも、小さい群において筋力の増加が優れていたと報告した。よって、トレーニングセッション中の速度的疲労は、RT による筋力増加の予測因子として用いることができる可能性がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、低負荷 RT のオールアウトと速度的疲労による、1)急性反応の筋浮腫や血中乳酸濃度(研究I)、2)RT 前後の筋肥大、筋力、パワー、持久力(研究II) の影響について検討することとした。

トレーニング直後の急性反応は長期的適応である筋肥大と関連すると仮定し、低負荷でオールアウトまで行うトレーニングは、オールアウトまで行わない場合(速度的疲労まで)と比較して、筋肥大や持久力向上に影響を及ぼし、筋力の増加の影響は低下すると仮定した。

## 3. 研究の方法

本研究では、ランダム化比較試験を用いた。8 週間の長期的な RT を、低負荷でオールアウトまで行う群(LVoF: volitional failure, n=9)、低負荷で速度的疲労まで行う群(LVeF: velocity fatigue, n=8)、高負荷で行う群(HL: high-load, n=10)の 3 つのグループに分類して実施した。LVeF 群は、オールアウトまで行わず、低負荷(40% 1RM)を用いて速度的疲労まで行なった。それぞれのセッションは、ベンチプレスを用いて 3 セット行い、セット間の休息は 2.5 分とした。RT のセッション前後に急性反応の評価のために筋浮腫、血中乳酸濃度を測定し(研究 I)、RT プログラムの前後に筋肥大、筋力、パワー、持久力を測定した(研究 II)。

これらの測定や RT の前に、トレーニングに慣れるために対象者はベンチプレスの RT を 2 セッション(練習 1、練習 2)行なった(Figure 1)。3~5 日後、筋厚、筋力、筋パワー、筋持久力の測定を行なった。その後、RT は週 2 回 8 週間行なった (16 セッション)。

研究 I では、1 セッション目の前と直後に急性反応を評価した(仕事量、大胸筋の筋厚、血中乳酸濃度)。研究 II では、8 週間の RT(1~16 セッション)による筋の適応について検討した。研究 I と研究 II の対象者は同様であった。RT による長期的な筋の適応は、セッション 1 の前と、セッション 16 の後に、大胸筋と上腕三頭筋の筋肥大、最大筋力、最大パワー、最大持久力の測定によって推定した。さらに、プログラムの途中(セッション 8)で筋力の測定を行い、セッション 9 以降の RT 負荷の調節を行なった。全ての測定やトレーニングセッションは、NSCA 認定ストレングス & コンディショニングスペシャリストの監督の下行われた。

### 被験者

30 名の男子大学生を被験者とした。被験者は、一年以内にトレーニング実験の参加経験がなく、レクリエーションレベルでの身体活動を行っているものとした。被験者には、トレーニングの 24 時間前からカフェインとアルコールの摂取を控え、トレーニング後にはホエイプロテインを摂取するように要求した。また、トレーニングプログラムを通して一貫したエネルギー摂取を行うことと、標準的な食事を保つように指示をした(しかし、食事については調査していない。統計処理は行っていない)。全ての被験者は、インフォームドコンセントに同意した。本研究の倫理的配慮に関しては、日本体育大学倫理委員会の承認を得たものであり(016-H055)、Declaration of Helsinki for Human Research に従って実施された。

被験者 30 名のうち 3 名が個人的な理由により実験期間中に棄権した為、実験を最後まで遂行

したのは 27 名の被験者であった。被験者は無作為に LVoF 群(n=9; age, 20.0 ± 0.8 years; height, 170.7 ± 7.1 cm; weight, 63.6 ± 8.0 kg), 2)、LVeF 群(n=8; age, 20.0 ± 0.8 years; height, 171.5 ± 6.0 cm; weight, 63.8 ± 4.8 kg), and 3)、HL 群 (n=10; age, 20.1 ± 0.9 years; height, 168.0 ± 3.8 cm; weight, 61.2 ± 5.3 kg)の 3 群に分けた。3 つの群間の身体組成に差はなかった。

#### 実験手順

全てのグループにおいて、ベンチプレスを用いた RT を 3 セット行った。ベンチプレスの握り幅は、肩幅の 2 倍に設定した。全ての被験者は、実験期間を通して他の筋力トレーニングを控えた。

LVoF 群は低負荷の負荷(40% 1RM)を用いてオールアウトまで行った。オールアウトは、Steele et al. [2]の先行研究に従い、短縮性収縮を行えなくなる時点までとした。LVeF 群は低負荷の負荷(40% 1RM)を用いて速度的疲労まで行った。よって、LVoF 群と LVeF 群を区別するためにトレーニング中の挙上速度の測定を行った。挙上速度の測定はトランスデューサー(GymAware; Kinetic Performance Technologies, Canberra, Australia)を用いた。測定の際には、GymAware Lite application software を用いて挙上パワー(挙上速度 × 挙上負荷)を継続的に観察した。代表的な挙上速度の変化の例を Supplemental Figure 1 に示した。LVoF 群は挙上速度が 1 セット目における 10 回の平均速度の 20% 以下(目標速度: Supplemental Figure 1)になった時点で終了するように声かけを行った(Supplemental Figure 1 参照)。挙上速ではリアルタイムで観察され、挙上速度が基準の速度条件を下回ると、停止信号が示された。HL 群は挙上速度に関係なく、80% 1RM を 8 回行った。挙上のテンポは、メトロノームを用いて短縮性収縮: 伸張性収縮(1 秒: 1 秒)とした。

#### ・急性の生理学的反応

急性の反応は、仕事量、筋浮腫、血中乳酸濃度の測定によって評価した。仕事量は、1 セッション目の RT 中の負荷と回数を用いて計算した。筋浮腫は 1 セッション目の前後における大胸筋の筋厚の変化を算出した。筋厚は測定位置をペンでマーキングし、B-mode ultrasound (SSD-3500; Aloka, Tokyo, Japan)を用いてプローブを測定位置に当てて測定を行った。

#### ・長期的な筋適応

1 セッション目の前と、8 セッション目の後に測定を行った。測定は、1)超音波を用いて筋厚(筋肥大)、2)ベンチプレスの 1RM(最大筋力)、3) 40% 1RM のベンチプレス最大挙上速度(筋パワー)、4)ベンチプレス 40% 1RM の最大反復回数(筋持久力)の順で行った。

筋肥大の指標として、大胸筋(前述の急性反応と同様)と上腕三頭筋(肩甲骨の肩峰と上腕骨外側上顆の間 60% 遠位)の筋厚を RT 介入前後で測定した。測定方法は研究と同様の方法で行った。大胸筋と上腕三頭筋の両方の肥大を考慮した合成の筋肥大スコアを算出した。この筋肥大スコアは、大胸筋と上腕三頭筋の筋厚の変化量から、Z スコアを算出し、平均値とした。

筋力の評価は、ベンチプレスの 1RM を用いて行った。1RM は、完全な可動域で挙上できなくなるまで漸進的に負荷を増加させた。

ベンチプレスの 40% 1RM での最大挙上パワーの測定では、低いポジションからバウンドせず挙上した。この測定はトランスデューサーを用いて 3 回行い、最も高い値を代表値とした。

上肢の筋持久力は、ベンチプレスの 40% 1RM を用いて測定を行った。被験者には、正しいフォームを維持したまま、オールアウトまでできるだけ多くの回数を行うように指示をした。40% 1RM の負荷は、8 週間のトレーニング介入に伴う 1RM の変化に合わせて調整した。

#### 統計処理

全ての統計処理は、SPSS(version 22; SPSS Inc., Armonk, NY, USA)を用いた。グループ間のベースラインの違いは分散分析を用いて行った。トレーニングに関連する影響については被験者間と被験者内の比較を、分散分析を用いて評価した。「時間」の変数は、グループに関係なく、結果に対する影響を示している。「群(グループ)」は(グループ)、時間に関係なく群による影響を示している(グループの結果の平均値が他のグループよりも優れている場合)。「時間 × 群(グループ)」は、時間と群(グループ)の相互作用を示している(RT があるグループよりも、もう一方のグループにおいて結果に影響をもたらす場合)。時間と群(グループ)間の相互作用が有意であった場合、グループ間の違いを評価するために対比較(ペアワイズ比較)を行った(変化に関する対応のある T 検定)。

エフェクトサイズ(ES)は、テスト前からテスト後の筋力や筋厚、パワーなどの測定の変化の絶対値を用いて、それぞれの群においてプールされたテスト前の標準偏差(SD)で割って算出した。1 セッションの RT による急性の変化と、8 週間の RT による長期的な筋の適応はピアソンの積率相関を用いて関連づけた。有意水準は  $P < 0.05$  とした。データは、平均 ± 標準偏差で表示した。

## 4 . 研究成果

### 研究

## 急性の生理学的適応

全体として、総仕事量は LVoF 群 (1762.6 ± 231.4 kg) と LVeF 群 (1697.9 ± 290.9 kg) の間で有意差は認められなかったが、HL 群と比較して LVoF 群と LVeF 群は総仕事量が高かった (999.6 ± 216.7 kg, Table 1)。

RT 後の急性反応において、LVoF 群の大胸筋の筋厚の増加 (+5.0 ± 2.0 mm) は HL 群よりも大きく (+2.6 ± 1.2 mm)、さらに LVeF 群 (+3.1 ± 1.9 mm) よりも大きい傾向が認められた (Table 2)。血中乳酸濃度は、LVoF (4.1 ± 0.7 mmol/L)、LVeF (3.6 ± 0.6 mmol/L) 共に HL 群 (2.8 ± 1.0 mmol/L) よりも高かった。

表 1. 研究 1 における急性反応の筋厚と血中乳酸濃度<sup>a</sup>

測定項目 <sup>a</sup>	グループ <sup>b</sup>	前 <sup>c</sup>		後 <sup>c</sup>		P 値 <sup>c</sup>				平均差 <sup>c</sup> (95% CI) <sup>c</sup>	効果量 <sup>c</sup> (95% CI) <sup>c</sup>
						T x G <sup>c</sup>	T <sup>c</sup>	G <sup>c</sup>	一対比較 <sup>c</sup>		
筋厚 <sup>a</sup> (mm) <sup>a</sup>	LVoF <sup>c</sup>	30.0 <sup>c</sup> ± 5.1 <sup>c</sup>	35.0 <sup>c</sup> ± 6.6 <sup>c</sup>						0.071 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.2 (3.3-6.7) <sup>c</sup>	0.85(-0.15-1.77) <sup>c</sup>
	LVeF <sup>c</sup>	29.3 <sup>c</sup> ± 1.9 <sup>c</sup>	32.4 <sup>c</sup> ± 2.9 <sup>c</sup>	<b>0.019<sup>a</sup></b>	<b>2.6 × 10<sup>-10</sup></b>	<b>0.757<sup>a</sup></b>	<b>0.012<sup>b</sup></b>			3.1 ± 1.9 (1.5-4.7) <sup>c</sup>	1.26(0.13-2.26) <sup>c</sup>
	HL <sup>c</sup>	30.3 <sup>c</sup> ± 4.2 <sup>c</sup>	32.9 <sup>c</sup> ± 4.9 <sup>c</sup>						0.538 <sup>a</sup>	2.6 ± 1.2 (1.7-3.5) <sup>c</sup>	0.57(-0.35-1.44) <sup>c</sup>
血中乳酸濃度 <sup>a</sup> (mmol/L) <sup>a</sup>	LVoF <sup>c</sup>	1.3 <sup>c</sup> ± 0.4 <sup>c</sup>	5.4 <sup>c</sup> ± 0.8 <sup>c</sup>						0.197 <sup>a</sup>	4.1 ± 0.8 (3.5-4.7) <sup>c</sup>	6.48(3.96-8.39) <sup>c</sup>
	LVeF <sup>c</sup>	1.2 <sup>c</sup> ± 0.3 <sup>c</sup>	4.8 <sup>c</sup> ± 0.6 <sup>c</sup>	<b>0.008<sup>a</sup></b>	<b>7.1 × 10<sup>-17</sup></b>	<b>0.014<sup>a</sup></b>	<b>0.006<sup>b</sup></b>			3.7 ± 0.7 (3.1-4.2) <sup>c</sup>	7.59(4.50-9.85) <sup>c</sup>
	HL <sup>c</sup>	1.2 <sup>c</sup> ± 0.4 <sup>c</sup>	4.0 <sup>c</sup> ± 1.0 <sup>c</sup>						0.047 <sup>a</sup>	2.8 ± 1.1 (2.0-3.5) <sup>c</sup>	3.68(2.12-4.92) <sup>c</sup>

LVoF: 低負荷 オールアウトまで, LVeF: 低負荷 速度的疲労まで, HL: 高負荷, CI: 信頼区間, T: 時間, G: グループ(群)<sup>a</sup>

a: LVoF vs. LVeF, b: LVoF vs HL, c: LVoF vs. HL, 平均±標準偏差<sup>a</sup>

\*: 混合分散分析による有意な相互作用 (時間 x グループ). <sup>a</sup>

## 研究

### トレーニング量

16 回の RT セッションのトレーニング量は LVoF 群 (36434.1 ± 4739.9 kg) と LVeF 群 (32996.4 ± 5062.0 kg) は同様であったが、HL 群 (18681.0 ± 2591.7 kg) は LVoF 群、LVeF 群と比較して低かった。

### 長期的適応

全ての測定項目において、群間でベースラインに有意差は認められなかった (表 2)。

RT プログラムによって上腕三頭筋と大胸筋の筋厚は増加したが、群間に有意差は認められなかった。全体の筋肥大を評価するために、上腕三頭筋と大胸筋の筋肥大の合成スコア (z-score) を算出した。しかし、z-score においても群間に有意差は認められなかった。

RT プログラムによってベンチプレスの 1RM は増加したが、LVoF 群の増加 (+6.1 ± 3.1 kg) は HL 群 (+15 ± 5.8 kg) と比較して少なかった。LVoF 群の筋力向上は、LVeF 群 (+11.3 ± 5.5 kg) と類似していた。さらに、RT プログラムによって筋パワーも増加したが、群間に有意差は認められなかった (表 2)。

RT プログラムによって筋持久力が増加したが、LVoF 群の筋持久力の増加は (+578.3 ± 329.5 kg)、HL 群と比較して大きかった (+177.0 ± 137.4 kg)。LVeF 群の筋持久力の増加は (+355.5 ± 240.2 kg) LVoF 群と類似していた。

### ・急性反応の筋厚と、長期的適応の筋肥大との関連性

RT の 1 セッション目の大胸筋における筋厚の急性の変化と、8 週間後の長期的適応である筋力向上との間には負の相関関係が認められた (r=-0.53, p=0.005)。しかし、RT の 1 セッション目の大胸筋における筋厚の急性反応と、8 週間後の長期的適応である筋厚との間には関連性が認められなかった。

表 2. レジスタンストレーニングの長期的適応による筋肥大、筋力、持久力、パワーの変化<sup>a)</sup>

項目 <sup>a)</sup>	群 <sup>b)</sup>	前 <sup>c)</sup>		後 <sup>c)</sup>		混合分散分析 P 値 <sup>c)</sup>			一対比較 <sup>c)</sup>	平均差 (95% CI) <sup>c)</sup>	効果量 (95% CI) <sup>c)</sup>
						T x G <sup>c)</sup>	T <sup>c)</sup>	G <sup>c)</sup>			
上腕三頭筋 <sup>a)</sup> (mm) <sup>c)</sup>	LVoF <sup>c)</sup>	29.2 <sup>c)</sup> ± 5.0 <sup>c)</sup>	34.1 <sup>c)</sup> ± 3.5 <sup>c)</sup>							4.9 ± 2.7 (2.7-7.0) <sup>c)</sup>	1.14 (0.09-2.07) <sup>c)</sup>
	LVeF <sup>c)</sup>	29.7 <sup>c)</sup> ± 5.7 <sup>c)</sup>	32.1 <sup>c)</sup> ± 6.8 <sup>c)</sup>	0.103 <sup>c)</sup>	2.8 × 10 <sup>-8</sup> <sup>c)</sup>	0.828 <sup>c)</sup>	0.103 <sup>c)</sup>		2.3 ± 2.1 (0.5-4.1) <sup>c)</sup>	0.38 (-0.63-1.35) <sup>c)</sup>	
	HL <sup>c)</sup>	30.3 <sup>c)</sup> ± 6.3 <sup>c)</sup>	34.7 <sup>c)</sup> ± 5.4 <sup>c)</sup>						4.4 ± 2.5 (2.6-6.1) <sup>c)</sup>	0.75 (-0.19-1.62) <sup>c)</sup>	
大胸筋 <sup>a)</sup> (mm) <sup>c)</sup>	LVoF <sup>c)</sup>	30.0 <sup>c)</sup> ± 5.4 <sup>c)</sup>	36.4 <sup>c)</sup> ± 2.7 <sup>c)</sup>							6.4 ± 3.5 (3.7-9.1) <sup>c)</sup>	1.50 (0.39-2.46) <sup>c)</sup>
	LVeF <sup>c)</sup>	29.3 <sup>c)</sup> ± 2.0 <sup>c)</sup>	33.9 <sup>c)</sup> ± 2.6 <sup>c)</sup>	0.362 <sup>c)</sup>	2.0 × 10 <sup>-8</sup> <sup>c)</sup>	0.590 <sup>c)</sup>			4.6 ± 3.3 (1.8-7.4) <sup>c)</sup>	1.98 (0.70-3.05) <sup>c)</sup>	
	HL <sup>c)</sup>	30.3 <sup>c)</sup> ± 4.4 <sup>c)</sup>	34.6 <sup>c)</sup> ± 3.4 <sup>c)</sup>						4.4 ± 2.9 (2.3-6.4) <sup>c)</sup>	1.09 (0.11-1.98) <sup>c)</sup>	
1RM <sup>a)</sup> (kg) <sup>c)</sup>	LVoF <sup>c)</sup>	58.9 <sup>c)</sup> ± 6.5 <sup>c)</sup>	65.0 <sup>c)</sup> ± 6.0 <sup>c)</sup>					0.180 <sup>c)</sup>		6.1 ± 3.1 (3.7-8.5) <sup>c)</sup>	0.98 (-0.04-1.90) <sup>c)</sup>
	LVeF <sup>c)</sup>	59.7 <sup>c)</sup> ± 9.3 <sup>c)</sup>	70.9 <sup>c)</sup> ± 13.4 <sup>c)</sup>	0.003 <sup>*</sup>	4.5 × 10 <sup>-11</sup> <sup>c)</sup>	0.578 <sup>c)</sup>	0.001 <sup>b)</sup>		11.3 ± 5.5 (6.6-15.9) <sup>c)</sup>	0.97 (-0.11-1.95) <sup>c)</sup>	
	HL <sup>c)</sup>	58.8 <sup>c)</sup> ± 9.4 <sup>c)</sup>	73.8 <sup>c)</sup> ± 10.9 <sup>c)</sup>				0.040 <sup>c)</sup>		15.0 ± 5.8 (10.9-19.1) <sup>c)</sup>	1.47 (0.43-2.39) <sup>c)</sup>	
持久力 <sup>a)</sup> (kg) <sup>c)</sup>	LVoF <sup>c)</sup>	843.7 <sup>c)</sup> ± 119.1 <sup>c)</sup>	1422.0 <sup>c)</sup> ± 356.5 <sup>c)</sup>					0.108 <sup>c)</sup>		578.3 ± 349.5 (309.7-847.0) <sup>c)</sup>	2.18 (0.93-3.22) <sup>c)</sup>
	LVeF <sup>c)</sup>	945.6 <sup>c)</sup> ± 224.6 <sup>c)</sup>	1301.1 <sup>c)</sup> ± 267.3 <sup>c)</sup>	0.010 <sup>*</sup>	1.3 × 10 <sup>-7</sup> <sup>c)</sup>	0.093 <sup>c)</sup>	0.009 <sup>b)</sup>		355.5 ± 256.8 (140.8-570.2) <sup>c)</sup>	1.44 (0.27-2.45) <sup>c)</sup>	
	HL <sup>c)</sup>	816.4 <sup>c)</sup> ± 338.8 <sup>c)</sup>	993.4 <sup>c)</sup> ± 274.6 <sup>c)</sup>				0.153 <sup>c)</sup>		177.0 ± 144.8 (73.4-280.6) <sup>c)</sup>	0.57 (-0.34-1.44) <sup>c)</sup>	
パワー <sup>a)</sup> (W) <sup>c)</sup>	LVoF <sup>c)</sup>	217.8 <sup>c)</sup> ± 32.4 <sup>c)</sup>	268.3 <sup>c)</sup> ± 45.8 <sup>c)</sup>							41.7 ± 30.6 (18.2-65.2) <sup>c)</sup>	1.27 (0.21-2.22) <sup>c)</sup>
	LVeF <sup>c)</sup>	228.8 <sup>c)</sup> ± 31.5 <sup>c)</sup>	260.4 <sup>c)</sup> ± 65.7 <sup>c)</sup>	0.661 <sup>c)</sup>	2.0 × 10 <sup>-6</sup> <sup>c)</sup>	0.937 <sup>c)</sup>			31.6 ± 40.0 (-1.7-65.0) <sup>c)</sup>	0.61 (-0.42-1.58) <sup>c)</sup>	
	HL <sup>c)</sup>	222.7 <sup>c)</sup> ± 39.7 <sup>c)</sup>	268.3 <sup>c)</sup> ± 45.8 <sup>c)</sup>						45.6 ± 27.9 (25.7-65.5) <sup>c)</sup>	1.06 (0.09-1.95) <sup>c)</sup>	

LVoF: 低負荷 オールアウトまで, LVeF: 低負荷 速度的疲労まで, HL: 高負荷, CI: 信頼区間. T: 時間, G: グループ(群)<sup>a)</sup>

a: LVoF vs. LVeF, b: LVoF vs HL, c: LVeF vs. HL, 平均±標準偏差.<sup>a)</sup>

\*: 混合分散分析による有意な相互作用 (時間 x グループ).<sup>a)</sup>

- 1) Pareja-Blanco F, Rodriguez-Rosell D, Sanchez-Medina L, Sanchis-Moysi J, Dorado C, Mora-Custodio R, Yanez-Garcia JM, Morales-Alamo D, Perez-Suarez I, Calbet JA, Gonzalez-Badillo JJ. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. Scand J Med Sci Sports 2016,
- 2) Steele J, Fisher J, Giessing J, Gentil P. Clarity in reporting terminology and definitions of set endpoints in resistance training. Muscle Nerve 2017; 56: 368-374

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yukina Mochizuki, Naoki Kikuchi, Noriko Kaji, Takashi Okada, Kentaro Terada, Yoshiaki Haakaku, Nobuyasu Tomabechi, Toshiaki Soga, Tomoya Era, Naoyuki Kobatake, Tetsunari Nishiyama.
2. 発表標題 Effects Of High-intensity Strength Training On Muscle Strength Gain And Muscle Hypertrophy In Males And Females: A Metaanalysis.
3. 学会等名 66th ACSM annual meeting. (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	菊池 直樹  (KIKUCHI Naoki)  (10739478)	日本体育大学・体育学部・准教授    (32672)	