

令和元年6月11日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01665

研究課題名(和文)複合トレーニング法による筋出力向上のための至適負荷の開発

研究課題名(英文)Effects of combined training isokinetic knee extension exercises

研究代表者

田路 秀樹 (TOJI, HIDEKI)

兵庫県立大学・環境人間学部・教授

研究者番号：50118014

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、等速性運動による複合トレーニングの効果と性差を検討するため、男女に中速度のみ、低速度+中速度、中速度+高速度、低速度+中速度+高速度の4つのトレーニング群を設定し、週3日、8週間のトレーニングを実施した。その結果、男性は等速性運動による複合トレーニングの有効性はみられなかったが、女性は高速度を複合させたトレーニングの有効性及び高速度を複合させたトレーニングにおいて、女性の方が男性よりも高い効果が得られるという性差が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

等速性運動によるトレーニングにおいて、男性は中速度(180度/秒)での単一トレーニングが複合トレーニングに比して勝とも劣らない負荷であった。しかし、女性においては複合トレーニングが単一トレーニングより有効であり、特に高速度(300度/秒)の複合が有効であることが明らかとなった。従って、等速性運動によるトレーニングを実施する際、特に女性については高速度の負荷を組み合わせることが重要であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to examine the effects of a combined training program involving isokinetic exercises on male and female students who participated in the study. The participants, 24 male and 28 female college students, were divided into four training groups: G180 (180deg/sec), G60+180 (60deg/sec+180deg/sec), G180+300 (180deg/sec+300deg/sec), and G60 (60deg/sec+180deg/sec+300deg/sec). The results revealed that males were not effective in combined training involving isokinetic exercises. The training combined with high speed appeared to be effective for females in that the latter had a better effect than males.

研究分野：トレーニング科学

キーワード：等速性運動 収縮速度 最大トルク パワー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

筋の収縮力がトレーニングによってどのように変化するか数多くの研究がなされてきた。これらの研究成果として筋出力トレーニングによってもたらされる効果には特異性 (specificity) が存在することが指摘され、動作様式、運動速度、収縮様式および収縮力によって筋の適応の仕方が異なってくることを示唆されている (Sale and Macdougall, 1981)。しかし、申請者らはトレーニングが「特異性の原則」と「過負荷の原則」から成り立ち (金子・田路; 1993) さらに実際のトレーニングでは、それぞれの原則が別個のものとして関わっているのではなく、両原則がオーバーラップしながら関与することから、跳躍力パフォーマンスにおよぼす複合トレーニングの効果を明らかにした (田路ほか, 1989)。複合トレーニングに関しては、等尺性・等張力性収縮の複合トレーニング (Smith, 1964)、短縮性・伸張性収縮の複合トレーニング (Hakkinen et al., 1981) の有効性が示唆されてきた。こうした背景の中、申請者らは最大パワーを高める負荷条件に関して力 - 速度関係から検討し、等尺性最大筋力 ( $F_{max}$ ) の  $30\%F_{max}$  が最も効果的であるとした (Kaneko, Toji et al., 1983)。さらに先行研究をもとに力 - 速度関係から複合トレーニングの効果を検討し、 $30\%F_{max}$  に速度 ( $0\%F_{max}$ : 空振り) よりも筋力 ( $100\%F_{max}$ ) を複合させた方が効果的であるとした (Toji et al., 1997)。その結果を受けて、 $30\%F_{max}$  に筋力を複合させる際、静的最大筋力 ( $100\%F_{max}$ )、動的最大筋力 ( $60 - 70\%F_{max}$ : 福永・杉山, 1978) さらに静的・動的筋力両方を同時に複合させる 3 群 ( $30+60\%$ 、 $30+100\%$ 、 $30+60+100\%F_{max}$ ) を設定しその効果を検討した。その結果、反復回数を減らしても種々負荷により総合的にトレーニングを行った  $30+60+100\%F_{max}$  群が最も効果的であることを示唆した (Toji and Kaneko, 2004)。

等速性運動は筋収縮能力を高めるうえで重要なトレーニング手段であるとともに低筋力者に対しても安全なトレーニング手法である。しかし、そのトレーニング負荷条件については単一トレーニング負荷条件のみの検討であり、単一負荷よりも有効性の高い複合トレーニング負荷条件については検討されていない。そこで等速性運動におけるより有効な複合トレーニング負荷条件を検討しようとした。

### 2. 研究の目的

筋出力トレーニングによりもたらされる効果には特異性が存在し、等速性運動によるトレーニングにおいても低速では低速の出力に、高速では高速の出力に効果的であることが明らかにされている。しかし、実際のトレーニングは種々負荷条件の組み合わせが用いられる「複合トレーニング」形式が用いられているが、等速性運動におけるその至適負荷については確立されていない。そこで、本研究では筋出力向上のために等速性運動を用いた複合トレーニング法による至適負荷を男女別に検討することを目的とした。

### 3. 研究の方法

- (1) 被験者：被験者は現在特別な筋力トレーニングを行っていない男子大学生 24 名、女子大学生 28 名の計 52 名である。
- (2) テスト項目：テスト項目として、等速性筋力評価装置バイオデックシステム 3 (酒井医療株式会社製) を使用し、角速度 60 度/秒 (低速度)、180 度/秒 (中速度)、300 度/秒 (高速度) での右膝関節伸展筋力を測定した。
- (3) トレーニング方法：トレーニング群は、男性が 6 人ずつ 4 グループ、女性が 7 人ずつ 4 グループに分け、次のトレーニングを課した。

G180 (単一群): トレーニング速度を 180 度/秒で 18 回の反復を 1 セットとした。

G60+180 (複合群): トレーニング速度を 60 度/秒で 4 回、180 度/秒で 7 回の反復を 1 セットとした。

G180+300 (複合群): トレーニング速度を 180 度/秒で 7 回、300 度/秒で 22 回の反復を 1 セットとした。

G60+180+300 (以下、Gall; 複合群): トレーニング速度を 60 度/秒で 2 回、180 度/秒で 5 回、300 度/秒で 15 回の反復を 1 セットとした。

上記与えられた条件で、いずれのトレーニング群も 1 日 2 セット、週 3 日、8 週間のトレーニングを実施した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 複合トレーニングの効果

表 1 に男女別、トレーニング群別、60 度/秒、180 度/秒、300 度/秒の最大トルクのトレーニング前後の値とトレーニング効果の有意差検定結果を示した。その結果、60 度/秒の

表 1 男女別にみた最大トルクの各テストにおけるトレーニング前後の値とトレーニング前後の有意差検定結果及び男女比 (女/男)

トレーニング群	60度/秒 (Nm)		180度/秒 (Nm)		300度/秒 (Nm)		
	pre	post	pre	post	pre	post	
男性	G180	201.50 ± 40.93	218.90 ± 38.77 *	141.87 ± 22.39	159.67 ± 17.57 *	116.75 ± 21.43	133.75 ± 15.55 **
	G60+180	221.95 ± 24.04	235.72 ± 28.93 *	159.00 ± 15.37	169.45 ± 17.07 *	131.02 ± 17.62	137.75 ± 14.11
	G180+300	209.72 ± 32.79	212.53 ± 31.65	147.88 ± 17.43	155.50 ± 16.08 *	121.55 ± 11.28	127.75 ± 11.32 **
	Gall	210.83 ± 17.98	227.18 ± 16.99 *	148.87 ± 13.70	164.87 ± 20.93 **	118.25 ± 10.52	136.22 ± 12.13 *
女性	G180	127.76 ± 19.64	138.33 ± 16.61 *	93.68 ± 12.88	99.99 ± 10.08 *	78.69 ± 14.49	84.76 ± 12.57
	G60+180	130.52 ± 19.12	149.11 ± 25.33 **	93.84 ± 12.99	101.78 ± 15.55 **	78.79 ± 12.33	87.50 ± 7.84
	G180+300	128.92 ± 18.21	152.01 ± 16.78 **	97.41 ± 12.39	106.79 ± 10.68 *	79.14 ± 17.78	95.32 ± 14.16 *
	Gall	129.38 ± 28.85	149.44 ± 17.55 **	90.99 ± 12.61	104.55 ± 10.44 *	75.85 ± 15.48	94.39 ± 11.39 **
preの男女比 (%)	61.21		62.90		64.09		

\* : p<0.05, \*\* : p<0.01

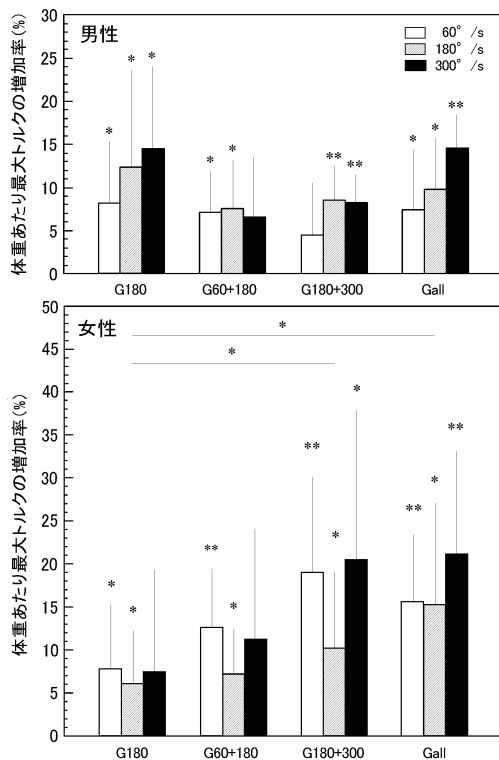


図 1 最大トルク/体重における増加率の群間比較

最大トルクについては、男性が G180、G60+180、Gall (p<0.05) に、女性が全てのトレーニング群 (G180 以外; p<0.01) に有意な増加がみられた。180 度/秒の最大トルクについては、男性 (Gall 以外; p<0.05)、女性 (G60+180 以外; p<0.05) とともに全てのトレーニング群に有意な増加がみられた。300 度/秒の最大トルクについては、男性が G180、G180+300 (p<0.01)、Gall (p<0.05) に、女性が G180+300 (p<0.05)、Gall (p<0.01) に有意な増加がみられた。

図 1 に男性 (上段)、女性 (下段) のトレーニング群別にみた 3 種類のテスト項目の最大トルク/体重における増加率の群間比較を示した。増加率については男女とも有意な交互作用は認められず、主効果検定を行った結果、男性はテスト、トレーニング群両要因ともに有意な主効果は認められなかった。女性はトレーニング群

にのみ有意な主効果がみられ、多重比較の結果 G180+300 と Gall が G180 よりともに有意に高かった ( $p < 0.05$ )。

## (2) トレーニング効果の性差

トレーニング効果の性差を検討するため、表 2 に最大トルク/体重の増加率についてトレーニング群別、男女別にみた 3 種類のテスト項目の分散分析結果を示した。いずれのトレーニング群においても有意な交互作用はみられず、主効果検定を行った結果、G180+300 ( $p < 0.01$ )、Gall ( $p < 0.05$ ) の増加率に有意な性差がみられた (女性 > 男性)。

表2 男女別にみた体重当たり最大トルクの各テストにおける増加率とトレーニング群別の性差

トレーニング群	性別	60度/秒 (%)	180度/秒 (%)	300度/秒 (%)	交互作用 (F値)	主効果 (F値)	
						性別	テスト負荷
G180	男性	8.07 ± 7.36	12.30 ± 11.49	14.51 ± 9.66	0.44	1.96	0.58
	女性	7.80 ± 7.69	6.15 ± 6.21	8.85 ± 10.58			
G60 + 180	男性	7.08 ± 4.91	7.62 ± 5.60	6.62 ± 7.12	0.57	1.67	0.34
	女性	12.70 ± 6.90	7.15 ± 5.26	11.19 ± 12.90			
G180+300	男性	4.47 ± 6.29	8.28 ± 4.26	8.13 ± 3.38	1.41	8.78**	0.81
	女性	19.00 ± 11.48	10.31 ± 8.84	20.62 ± 17.36			
Gall	男性	7.40 ± 7.27	9.90 ± 5.95	14.58 ± 3.93	0.07	5.41*	1.94
	女性	15.37 ± 8.09	15.30 ± 11.86	21.18 ± 11.98			

以上の結果から、男性は等速性運動による複合トレーニングの有効性はみられなかったが、女性は高速度を複合させたトレーニングの有効性及び高速度を複合させたトレーニングにおいて、女性の方が男性よりも高い効果が得られるという性差が示唆された。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)(投稿中)

〔学会発表〕(計 2 件)

田路秀樹、溝畑潤、青木敦英、福田厚治、等速性膝伸展運動における複合トレーニングの効果 - 男子大学生を対象として -、第69回日本体育学会

田路秀樹、溝畑潤、青木敦英、福田厚治、等速性膝伸展運動における複合トレーニングの効果 - 女子大学生を対象として -、第 70 回日本体育学会

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：福田厚治

ローマ字氏名：FUKUDA KOJI

所属研究機関名：兵庫県立大学

部局名：環境人間学部

職名：准教授

研究者番号(8桁)：60647650

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：青木敦英、溝畑 潤

ローマ字氏名：AOKI ATSUHIDE、MIZOHATA JUN

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。