

## 男子新体操競技の継続的トレーニングに伴う 下肢の筋形態及び筋出力発揮特性の変化

### Characteristics of force output and lower limb muscle structure due to training in male rhythmic gymnastics

山田 小太郎\*, 朝倉 正昭\*, 田中 重陽\*\*  
熊川 大介\*\*, 角田 直也\*\*

Kotaro YAMADA\*, Masaaki ASAKURA\*, Shigeharu TANAKA\*\*  
Daisuke KUMAGAWA\*\* and Naoya TSUNODA\*\*

#### ABSTRACT

The result of comparing the relation between muscular strength and one year of continuous training in male rhythmic gymnastics was that a large change in muscle structure due solely to specialized rhythmic gymnastics training could not be observed. However, in terms of muscular strength output, as a change in isometric strength was observed it can be considered that functional improvement can be observed. Also, a significant relationship between isometric strength and the front and lateral thigh could be determined through comparing the rate of variation in muscle thickness and muscular strength. There were subjects of this examination who were observed to demonstrate an increase in physical strength accompanying changes in muscle form. It was thought that these results are linked to the differences in training among the subjects of this study. Continuous measurements will be carried out moving forward, and are thought important to the further examination of the effects on muscle structure and muscular strength of specialized training for male rhythmic gymnastics.

#### I. はじめに

長期間に及ぶ筋力トレーニングは筋形態及び筋出力発揮特性に影響を与えることが明らかにされている<sup>1) 2) 3)</sup>。競技特性に応じた筋力トレーニン

グによりパフォーマンス能力が向上することで競技の成績に影響するものと考えられる。

男子新体操競技においても筋力トレーニングは不可欠であり、アクロバットや跳躍運動などの瞬発系運動において筋力は大きな役割を担ってい

\* 国士舘大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士舘大学大学院スポーツシステム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

る。また徒手運動と呼ばれる基本的な動きは、足の急な振り上げや停止、深く膝を曲げて踏み込んだ状態から伸展させるなどといった制止状態から行う運動も多く実施されている。これらのことから男子新体操競技と筋力トレーニングの間には密接な関係があるものと考えられる。

そこで本研究は、2年間の測定結果から男子新体操選手の専門的トレーニングの筋形態及び筋力発揮特性の変化について検討した。

## II. 方 法

### 1. 被検者

本研究の被検者は、大学男子新体操選手11名であった。被検者の中には全国大会で優勝の経験をもつ者もいた。各被検者には測定に先立ち研究の測定方法及び目的を十分に説明し任意による測定の同意を得た。2年間にわたる被検者の年齢と身体特性、経験年数は平均値と標準偏差でTable 1に示した。

### 2. 筋厚の測定

下肢筋厚の測定は大腿部及び下腿部において測定を実施した。筋厚の測定は超音波B-mode法による超音波診断測定装置 (Echo Camera SSD-650CL, ALOKA社製) を用いて測定した。測定部位は全被検者とも左右大腿長の50%部位の前側、外側、後側の3部位、左右下腿部においては

下腿長の30%部位の前部、後部の2部位を対象に測定を実施した。各部位における測定は全被検者とも立位の状態で実施した。また、測定時の超音波発信周波数は5 MHzであった。

### 3. 筋力測定

#### (1) 測定姿勢及び測定装置

等速性及び等尺性による膝関節の屈曲及び伸展時の筋力測定はBIODEX System III (Biodex社製) を用いて実施した。測定に際しての姿勢は各被検者とも椅座位姿勢をとらせ、レバーアームに接続したアタッチメント中央部を外果点に設定し、体幹部及び大腿部を測定椅子にベルトで固定した。重力補正は筋力測定装置をコントロールしているコンピューターに内蔵されているプログラム (Biodex Advance Software Ver.3.03) により行った。

#### (2) 等速性最大筋力の測定

等速性最大筋力の測定は屈曲 (以下FL) 及び伸展 (以下EX) とも60deg/sec、120deg/sec、180deg/secの角速度にて実施した。各被検者とも十分にウォーミングアップを実施し、モニター内の動作開始合図に合わせ最大努力にて3回の膝屈伸動作を実施した。また、測定に際し筋疲労が測定値に影響を考慮し、各測定間において十分な休息を与えた。各速度とも3回の実施の中で最も高い値を最大トルク (以下PT) とし採用した。

Table 1. Age, physical characteristics and training experience in subjects

	n	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	LBM(kg)	Experience(yrs)
2007	10	19.6±1.1	171.0±5.0	62.2±2.9	57.0±2.3	6.7±1.5
		*	*	*	*	*
2008	10	20.4±1.0	171.6±5.0	64.2±3.6	58.4±2.9	7.7±1.5

Mean±S.D.

(3) 等尺性最大筋力の測定

等尺性最大筋力の測定はFLにおいては膝関節角度を40°、EXは80°にて実施した。各被検者ともFL及びEXともに8秒間の随意最大努力による筋力発揮を3回行わせ、そのうち最も高い値をPTとした。

4. 統計処理

測定値は平均値及び標準偏差で示した。また、筋力測定において得られたPTの各角速度間及び年度別における有意差検定2元配置分散分析を用いて行い、有意な差が認められた項目についてはpost-hoc測定 (Bonferoni) を実施した。MAPと筋形態及び筋力の関係についてはピアソンの単純相関によって求めた。それぞれ危険率5%未満を有意とした。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 筋形態比較

Table 2は超音波法にて測定を実施した大腿部前部、側部、後部における筋厚の値と筋厚変化率を示したものである。先行研究において新体操選手の下肢における左右差が認められなかったことから右脚の値を分析とした<sup>4) 5)</sup>。各年度とも測定部位における有意な差は認められなかった。これらの結果から男子新体操の一年間の継続的トレーニングが筋形態に与える影響を認めることはできなかった。

2. 筋出力発揮特性比較

各角速度の等速性筋力におけるFL及びEXのPT値をTable 3に示した。等速性筋力におけるPT値は2007年度<sup>4)</sup> 2008年度<sup>5)</sup> のどちらにおいても角速度の増加に伴う筋の低下がみられた。

変化率についてはEXにおいて2007年度の0deg/secの角速度PT値258.5 ± 30.6 (N/m) に対し2008年度0deg/secの角速度PT値284.5 ± 32.1 (N/m) が110.4 ± 9.3 (%) の変化が見られ有意に増加している傾向が認められた。また、FLにおいても2007年度の0deg/secの角速度PT値103.0 ± 10.8 (N/m) に対し2008年度0deg/secの角速度PT値115.6 ± 19.3 (N/m) が112.1 ± 11.9 (%) の増加を示した。しかしながら、60deg/sec、120deg/sec、180deg/secの角速度においてはFL及びEXにおける有意な差は認められなかった。

これらの結果から男子新体操競技の継続的トレーニングが筋力発揮特性に及ぼす影響は、宙返りや跳躍系運動及び徒手運動における屈曲から伸展に変化する動きの流れにおいて、特に制止した状態からの力発揮トレーニングが筋力発揮特性に影響しているのではないかと考えられた。

3. 筋形態及び筋力発揮特性変化率の関係

Table 4は大腿前部、側部、後部における2年間の変化率と筋力変化率との関係を示した表である。大腿前部と0deg/secの変化率の間に0.7024 (p<0.05) の有意な相関関係がみられた。また大

Table 2. Comparisons of muscle thickness on lower limb between 2007 and 2008

		2007	2008	ratio(2008/2007)
		cm	cm	%
	Anterior	5.97±0.54	6.04±0.48	101.4±4.5
Thigh	Lateral	5.10±0.47	5.01±0.49	98.3±6.1
	Posterior	6.59±0.43	6.91±0.22	105.4±8.1
				Mean±S.D.

腿側部においても0deg/secとの間に0.6940 (p<0.05) の有意な相関関係がみられた。大腿前部、側部における60deg/sec、120deg/sec、180deg/secと大腿後部の全ての角速度間においては有意な相関関係は見られなかった。しかしながら、被検者の中には大腿筋厚各部位において5%~8%の増加を示しており、それに伴い筋力が15%~30%増加している者もいた。この被検者は新体操競技において団体選手として試合で活躍してい

る者であった。特に、団体選手の年間を通してのトレーニングメニューは、個人選手よりも筋力トレーニングの比率が多くなっている。個人選手においては手具と呼ばれる道具を操作しながら演技をするため技術の練習時間が多いことが知られている。それに対し団体の選手の練習は動きが中心となるため、徒手運動や筋力トレーニングにかかる時間が多いためこのような差が生じたものと考えられる。

Table 3. Comparisons of peak torque on knee joint among each angular velocity

		Peak torque(N/m)		ratio(2008/2007)
		2007	2008	%
Extension	0deg/sec	258.5±30.6 *	284.5±32.1	110.4±9.3
	60deg/sec	184.3±36.9	184.4±27.6	101.3±10.6
	120deg/sec	142.6±23.1	154.6±20.0	109.9±16.1
	180deg/sec	139.4±23.1	133.0±13.0	96.8±11.4
Flexion	0deg/sec	103.0±10.8 *	115.6±19.3	112.1±11.9
	60deg/sec	89.0±13.5	90.0±9.4	102.2±11.4
	120deg/sec	78.9±11.4	84.2±8.7	108.2±16.2
	180deg/sec	85.0±11.8	86.8±7.7	103.3±11.9
			* :p<0.05	Mean±S.D.

Table 4. Relationship between ratio of muscle thickness and ratio of peak torque

	Anterior	Lateral	Posterior
0deg/sec	0.7024	0.6940	n.s
60deg/sec	n.s	n.s	n.s
120deg/sec	n.s	n.s	n.s
180deg/sec	n.s	n.s	n.s
			* :p<0.05
			Mean±S.D.

#### IV. ま と め

男子新体操競技における一年間の継続トレーニングと筋力の関係を比較した結果、男子新体操競技における専門的トレーニングのみでは筋形態における大きな変化を認めることはできなかった。しかしながら、筋力発揮の面では等尺性筋力において変化が認められたことから機能的改善が認められたものと考えられる。また、筋厚と筋力発揮の変化率を比較した結果から大腿前部、側部と等尺性筋力の間において有意な関係は認められたが、その他の部位においては有意な関係は認めることはできなかった。特に、被検者の中には筋形態の変化に伴い筋力の増加が認められる者もいた。本研究において被検者間におけるトレーニングの差がこれらの結果に反映したものと考えられた。

今後も継続的に測定を実施し、男子新体操競技における専門的トレーニングが筋形態と筋力発揮に及ぼす影響について更なる検討を行いたい。

#### 参考文献

- 1) 福永哲夫：筋の形態変化と筋力アップ. J.J.Sports Sci.2 : 13-22, 1993
- 2) 田口正公 竹下幸喜 高木浩信 森島誠：スポーツ競技の種目別に見た筋力発揮特性について－大腿四頭筋の伸張性筋活動と短縮性筋活動 トレーニング科学 4 : 84-91, 1992
- 3) 角田直也 青山利春 岡田雅次 須賀義隆 須藤明治：競技パフォーマンスに及ぼす筋形態と出力特性に関する研究 The Annual Reports of Health Physical Education and Sport Science Vol.20 117-6119 2001
- 4) 山田小太郎 朝倉正昭 田中重陽 熊川大介 角田直也：新体操選手の下肢筋形態と筋出力発揮特性 国士舘大学体育研究所報 26, 15-20 2007
- 5) 山田小太郎 朝倉正昭 高橋祐輔 田中重陽 熊川大介 角田直也：男女新体操選手における下肢の筋形態、筋出力及び無酸素性パワー発揮特性 国士舘大学体育研究所報 27, 7-13 2008