

週1回の筋力トレーニングの効果

——体育スポーツ理論・実習の授業結果——

木村 瑞生* 北 均** 五十嵐 桂一***

Effects of weekly muscular strength training for sophomore in a physical fitness class

Mizuo KIMURA, Hitoshi KITA, Keiichi IGARASHI

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effects of weekly muscular strength training for 5 weeks in physical fitness class. Subjects were twenty-two sophomores (11 men, 11 women) who were non-trained in daily living. Nine kinds of muscular strength training, which were related to upper limbs, lower limbs and trunk, were performed. The training intensity was defined ten repetitive contractions with load of 60% of MVC (maximal voluntary contraction).

We observed that 1) values of MVC increased significantly after training in all kinds of muscular strength training, 2) percentages of increment of MVC in women were larger than those in men. It was suggested that muscular strength of university students who were non-trained in daily living increased by weekly muscular strength training.

はじめに

20代を迎える学生にとって、日常生活の中の身体運動とはどのような位置づけにあるのだろうか。

大学生を対象にした意識調査の結果、約80%の学生が体力の低下と運動不足を感じているという報告がある⁷⁾。つまり、学生は体力の低下を感じていても、運動する習慣のないことを意味している。彼らにとって、現状の体力低下および運動不足は、自覚症状の表れない時期では、大した意味をなさないものなのかもしれない。

しかしながら、近年、問題となっている骨粗鬆症は、若い時期(30歳未満)の骨重量と関係があ

り、その時期に骨重量を最高値(peak bone mass)に高めることが将来の健康な骨の維持に重要な意味をなすことが指摘されている¹⁰⁾。そして骨重量を高める手段として若い時期(20歳代)の身体運動が効果的であると報告されている⁸⁾¹⁰⁾。特に身体運動の種目の中でも、筋に対する負荷強度の高いウエイトトレーニングが骨重量を増すという報告がある⁹⁾。

このように、筋力トレーニングは単に筋力の増強だけではなく、骨重量を高める効果が認められている。つまり、筋力トレーニングの効果として次のことが考えられる。①筋力の増強による骨、関節の支持力の増加(けがの予防)、②高エネルギー消費の筋活動による基礎代謝量の増加(肥満の予防)、そして、③骨重量の増加(骨粗鬆症の予防)等である。

以上の観点から筋力トレーニングは身体的側面からみた健康を考えた場合に重要な意味を持って

* 本学工学部(体育)講師

** 本学工学部(体育)教授

***本学芸術学部(体育)講師

1996年9月6日受理

いるとあってよい。

しかしながら、筋力トレーニングの効果を得るためには、これまでの研究報告によると最低5日に1回の頻度でトレーニングすることが必要であり、2週間に1回では、その効果は得られないとされている⁴⁾。このことを考えると、大学の正課体育の授業として行う、1週間に1回、それも限られた時間において筋力トレーニングを実施した場合、果たしてその効果（筋力の増加）が得られるかどうか疑問が生ずるところである。

そこで、平成7年度より本学工学部の体育の授業として開講した「筋力トレーニング演習」において、週1回の筋力トレーニングの効果について調べた。その結果、興味ある知見が得られたので報告する。

方 法

1) 被験者

被験者は、平成7年度本学工学部2年次生を対象に開講した筋力トレーニング演習（体育スポーツ論・実習）を履修した健康な学生24名（19～22歳）であった。

学生には筋力トレーニング実施に先立ち、筋力トレーニングに対する動機づけを高めるために、筋力トレーニングの効果とその原則についての講義を行った。その結果、前述の24名中、22名の学生が一度も欠席せず積極的に筋力トレーニングに取り組む姿勢を示した。そのため、今回のデータの集計および解析は、計画したトレーニングをすべて消化した22名の学生（男子11名、女子11名）について行った。

2) 筋力トレーニング種目

今回の授業は、本学トレーニングルームに設置してある筋力トレーニングマシン（Hammer Strength社製）を使用して行った。そして、主に上肢、下肢、体幹の比較的大きな筋群のトレーニング9種目を実施した。

以下にトレーニング種目を示す。
上肢の筋群

- ① アイソラテラル・ベンチプレス
- ② アイソラテラル・ローイング

- ③ アイソラテラル・チェストプレス

- ④ アイソラテラル・ラットプル

下肢の筋群

- ⑤ アイソラテラル・レッグエクステンション

- ⑥ アイソラテラル・レッグプレス

- ⑦ アイソラテラル・レッグカール

体幹の筋群

- ⑧ ヒップ アンド バック

- ⑨ シットアップ

シットアップはデクラインボードを使用した。その傾斜角度は30度に設定し、膝関節角度90度で、両手で後頭部に男子は5kg、女子は2kgのダンベルを持たせて行わせた。

3) 最大筋力の測定および筋力トレーニング方法

筋力トレーニングの効果は、一般にトレーニング前後の最大筋力を比較することによって評価される。今回の筋力トレーニングにおいても、前述の①～⑧の種目については1回持ち上げられる最大の負荷重量を測定し最大筋力とした。⑨のシットアップについては、2秒に1回のリズムでの最大回数を測定した。

トレーニング前の最大筋力の値は、トレーニング効果のコントロール値となるため、各筋力マシンに対する力発揮の仕方に慣れることが大切である。そのため、トレーニング前の最大筋力測定の1, 2週前を、各筋力トレーニングマシンに対する慣れの期間とした。

以下に筋力トレーニング演習のシラバスを示した。

第1週目：講義（筋力トレーニングの基礎的知識）

第2,3週目：筋力トレーニングマシンに慣れる。

第4,5週目：トレーニング前の最大筋力の測定

第6～10週目：週1回の頻度で、5週間のトレーニング期間

第10,11週目：トレーニング後の最大筋力の測定

第12週目：筋力トレーニング効果についての自己評価

トレーニング期間中の各筋力トレーニング種目

(前述の①～⑧)の負荷重量は、最大筋力の60%とし、反復回数は10回とした。シットアップは最大回数の60%の回数とした。そして、全9種目すべて遂行して1セットとした。学生には、トレーニング期間中、1時間内に最低1セット以上のトレーニングをノルマとして課した。従って学生の中には、その日の体調に応じて、2セット以上遂行する者もいた。このように、1回のトレーニング強

度と量という点では十分であったけれども、トレーニング頻度を考えた場合、効果的な筋力トレーニングとは言い難い内容であった。

結果

今回、授業で行った筋力トレーニングは、その頻度(週1回、5週間)としては非常に少ないものであった。このような内容の筋力トレーニングで、

表-1 筋力トレーニング前後の最大筋力(MVC)の比較

女子トレーニング種目	N	トレーニング前		トレーニング後		筋力増加率		トレーニング前後のMVCの差の検定(t-検定)
		mean(kg)	SD	mean(kg)	SD	Mean(%)	SD	
1) レッグエクステンション	11	10.3	1.8	14.9	2.9	149.1	30.1	***
2) レッグプレス	11	36.8	6.5	43.5	8.6	118.0	9.9	***
3) レッグカール	11	8.3	1.3	10.9	1.3	133.1	14.1	***
4) ベンチプレス	11	11.0	2.0	12.2	1.7	112.0	10.9	**
5) ローイング	11	16.8	3.1	22.6	2.4	140.4	30.5	***
6) チェストプレス	11	11.7	2.0	13.9	1.7	120.2	9.5	***
7) ラットプル	11	13.1	1.9	17.2	1.6	133.4	14.2	***
8) ヒップ アンド バック	11	14.8	1.6	18.4	2.4	124.9	11.8	***
9) シットアップ(回)	11	14.2	3.7	19.8	4.2	143.2	21.1	***
身長(cm)	11	159.3	3.9	159.4	3.9	100.1	0.1	
体重(kg)	11	53.4	4.2	53.8	4.2	100.9	2.1	
BMI	11	21.1	1.9	21.2	1.9	100.7	2.2	
体脂肪率(%)	11	25.7	3.8	27.5	3.9	106.7	4.2	

男子トレーニング種目	N	トレーニング前		トレーニング後		筋力増加率		トレーニング前後のMVCの差の検定(t-検定)
		mean(kg)	SD	mean(kg)	SD	Mean(%)	SD	
1) レッグエクステンション	11	20.9	5.0	23.4	5.4	107.0	17.3	*
2) レッグプレス	11	58.0	12.2	64.4	15.3	112.0	15.1	*
3) レッグカール	11	14.0	3.6	15.5	3.3	112.7	15.0	*
4) ベンチプレス	11	29.1	4.5	31.4	5.6	107.7	8.4	*
5) ローイング	11	35.2	7.1	38.6	8.5	109.7	4.1	***
6) チェストプレス	11	30.5	4.2	33.0	4.6	108.2	8.9	*
7) ラットプル	11	28.6	5.8	31.8	5.2	112.2	7.4	***
8) ヒップ アンド バック	11	26.8	4.7	30.0	4.5	113.9	12.9	**
9) シットアップ(回)	11	15.2	5.1	18.0	6.7	118.6	10.6	***
身長(cm)	11	172.0	6.5	170.3	5.4	100.2	0.1	
体重(kg)	11	68.8	10.9	70.6	11.4	100.0	1.7	
BMI	11	23.2	3.2	24.2	2.6	99.5	1.9	
体脂肪率(%)	11	20.4	3.8	22.2	3.7	102.1	4.6	

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

果たしてその効果が得られる否か非常に興味を持たれるところである。そこで、その効果をみるためにトレーニング前後の最大筋力の比較を行った。

表-1には、各筋力トレーニング種目別に、女子11名(上段)、男子11名(下段)のトレーニング前後の最大筋力の平均値(mean)と標準偏差(SD)を示した。そして、表-1に基づき、男子学生、女子学生それぞれの種目別最大筋力の平均値を棒グラフに表しトレーニング前後で比較した(図-1)。男子、女子ともに、上肢の筋群、下肢の筋群および体幹筋群すべての種目において、トレーニング前よりトレーニング後の最大筋力が大きな値を示した。そのトレーニング後の最大筋力の増加は、すべての種目において統計学的(t-検定)に有意であった(表-1)。特に、女子学生では、上肢筋群のベンチプレスが1%水準で、残りの8種目は

0.1%水準で有意な最大筋力の増加を示した。これに対し、男子学生では0.1%水準で有意な最大筋力の増加を示した種目は、上肢筋群のローイング、ラットプル、体幹の筋群のシットアップの3種目だけであった。このように、男女とも、すべての種目に有意な筋力の増加が得られたけれども、その筋力増加は男子より女子の方が大である傾向が伺われた。

そこで、男女間のトレーニング効果の大きさを比較するために、トレーニング前の最大筋力に対するトレーニング後の最大筋力の増加の割合(筋力増加率)を求めた(表-1, 図-2)。筋力増加率は、女子ではすべての種目において110%以上を示し、120%以上の筋力増加率を示した種目は、9種目中7種目に見られた。特に、レッグエクステンション、ローイング、シットアップの3種目は、140%以上の著しい筋力増加率を示した。一方、男子で

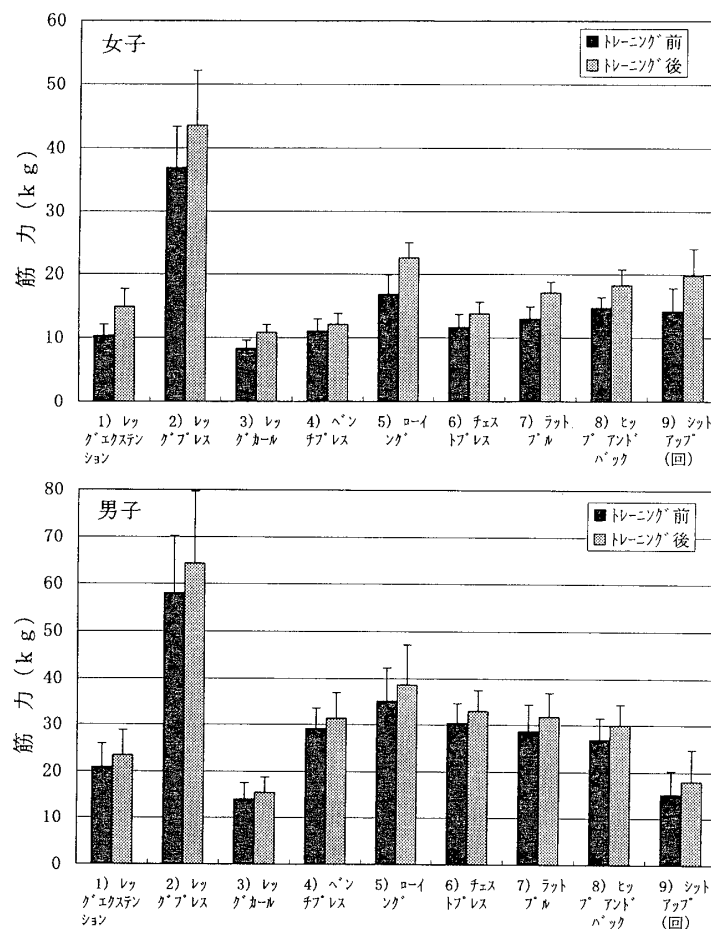


図-1 筋力トレーニング前後の最大筋力(MVC)の比較。

上段：女子11名の平均MVC、
下段：男子11名の平均MVC。

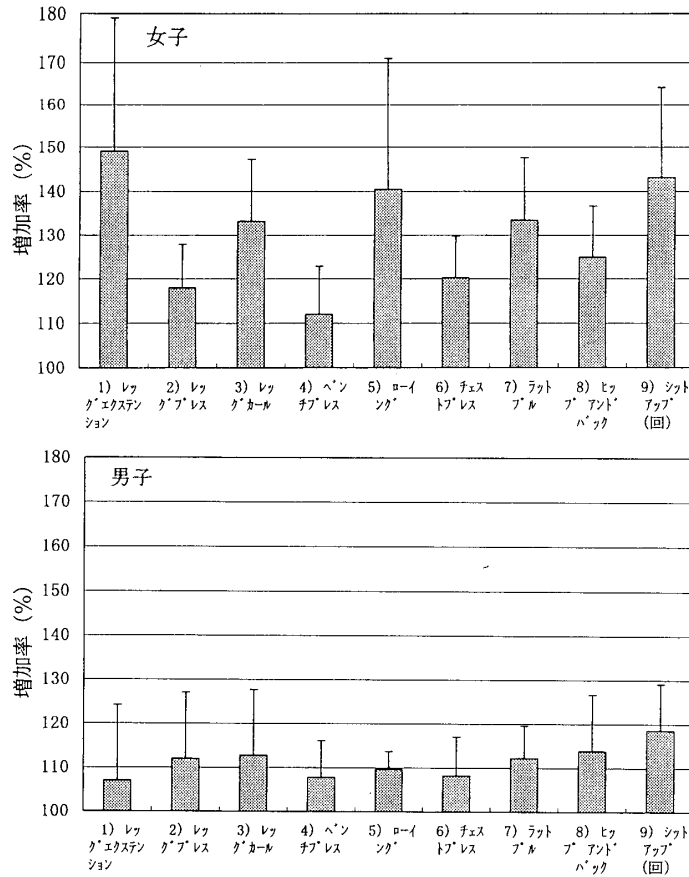


図-2 筋力トレーニングによる筋力増加率の男女比較。

上段：女子 11 名の平均筋力増加率，
下段：男子 11 名の平均筋力増加率。

は、120%以上の筋力増加率を示した種目は全くなく、ほとんどの種目が110%前後の値に留まった。このように、男女とも相対的に同じ筋力トレーニングを積んだにもかかわらず、そのトレーニング効果は明らかに男子より女子の方が大であることが示された。

次に上肢、下肢、体幹の各筋群の筋力増加率を比較してみた。その結果、男女とも共通して相対的に大きな筋力増加率を示した種目はシットアップのみであった。しかしながら下肢、上肢および体幹の各筋群間の筋力増加率には一定傾向の差はなかった。つまり、トレーニング部位の違いによるトレーニング効果の差は示されなかった。

考 察

筋力トレーニングにおいて、筋力増加の効果を得るためには、負荷強度の設定（最大筋力に対する負荷の割合）、1種目あたりの反復回数、1週間

あたりのトレーニング頻度、トレーニング期間等の組み合わせによって、その効果が異なることが報告されている⁴⁾。最も効果的な筋力増加を獲得するためのトレーニング方法に関しては論争中ではあるが、筋力の増加が得られる最低のトレーニング強度としては、最大筋力の60%以上の負荷強度で、反復回数10~15回というのが一般的に言われていることのようなのである⁵⁾。また、トレーニング頻度については、5日に1回の頻度でも筋力増加が得られるが、2週間に1回の頻度になると全くトレーニング効果は得られないという報告がある³⁾。

今回、体育の授業という形態の中で、男子学生11名、女子学生11名、計22名を対象に、週1回の頻度で、5週間の筋力トレーニングを行った。その結果、上肢、下肢および体幹のすべての筋群において有意な筋力の増加が示された(表-1, 図-1)。

授業で行った筋力トレーニングは、トレーニン

グ強度(最大筋力の60%, 反復回数10回)は満たしているが, トレーニングの頻度としては週1回ということで十分な頻度とは言い難い。効果的な筋力トレーニングの原則を考えると, 少なすぎる頻度であると言える。それにもかかわらず明らかなトレーニング効果(筋力増加)が得られた。この結果は, 普段運動していない一般学生を対象とした場合, 週1回の頻度であっても, 負荷強度を適切に設定し筋力トレーニングを遂行すれば, その効果が得られることを示唆している。

さらに, 今回の結果で注目するところは, 筋力トレーニングによる筋力増加率は, 男子学生より, 女子学生の方が著しく大であったという点である(表-1, 図-2)。筋力トレーニングによるその効果の獲得のし易さ(トレーナビリティ)についての男女比較の研究によると, 比較的短期間の筋力トレーニングの適応能力は男子よりも女子のほうが高いとされている⁶⁾。今回の筋力トレーニングの期間は比較的短い5週間であった。このことを考えると, 結果として示された男女間のトレーナビリティの差はこれまでの研究を支持するものである。

筋力トレーニングにおける男女のトレーナビリティの差は, トレーニング期間が比較的短かったことから筋断面積(筋肉量)の増加量の差とは考え難い。福永(1986)は, 大きな力発揮に関わる中枢神経系の興奮水準の高まりによる絶対筋力の増加によっても最大筋力が増すことを報告している²⁾。さらに, Yue等(1992)は, 動作として動かし難い小指を外転させる筋(小指外転筋)の最大筋力は, イメージトレーニングによっても増加することから, 短期間の最大筋力の増加は筋力発現に関わる運動プログラムの改善によるものとしている¹⁾。このように, 今回示されたトレーナビリティの男女差には, 絶対筋力の増加の差と運動プログラム改善の程度の差の2つの筋-神経系の調節機構が関与しているものと考えられる。

以上のように短期間(5週間)の筋力トレーニン

グによるその効果の程度には, 男女差はあったけれども, 少なくとも1週間に1回の頻度の筋力トレーニングは筋力の増加に有効であることが示された。この事実は, 大学における, 正課体育の授業形態であっても十分に学生の体力(筋力)の改善に貢献しうることを示唆している。そして, 今回, 骨重量の測定は行わなかったが, 恐らく骨に対しても良い刺激を与えることができたのではないかと推測される。

以上のことを考えると, 体力の低下を感じながらも定期的な身体運動を行っていない多くの学生, 特に3, 4年次の学生に対しても, 少なくとも週1回の効果的な身体運動の場の設定が望まれる。

参考文献

- 1) Guaug Yue and Kelly J. Cole: Strength increase from the motor program: comparison of training with maximal voluntary contractions. *J. Neurophysiol.* 67: 1114-1123 (1992)
- 2) 福永哲夫(宮村・矢部編集): 体力トレーニング—運動生理学的基礎と応用—, 2章骨格筋とトレーニング. 真興交易(株), 医書出版部(1986).
- 3) 金子公有: 身体運動の生理学, 第1章 筋力と筋パワー. 杏林書院(1979).
- 4) 金久博明: 筋出力とトレーニング. *体育の科学*, 39: 274-275 (1989).
- 5) 窪田登: スポーツマンのための筋力トレーニング. ベースボール・マガジン社(1989).
- 6) McAdele W. D., Katch F. I., Katch V. L., (田口貞善他監訳): 運動生理学, —エネルギー・栄養・ヒューマンパフォーマンス—. 杏林書院(1992).
- 7) 松岡信之: 体育大学におけるセンスアップエクササイズ. *体育の科学*, 43: 539-543 (1993).
- 8) 森論史, 真柴賛, 乗松尋道: 骨の代謝のメカニズム. *臨床スポーツ医学*, 11: 1233-1238 (1994).
- 9) Peterson S. E. et al: Muscular strength and bone density with weight training in middle-age women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 499-504 (1991)
- 10) 沢井史穂: 運動習慣と骨密度. *体育の科学*, 42: 851-855 (1992).