青年期における低体重および過体重の進行と体力向上との関連性

1 年間の追跡調査からの検討

岩井 一 師^{1,2)} 松木 雅 文¹⁾ 越田 専 太 郎³⁾
田 中 浩 介⁴⁾ 宮 下 浩 二⁵⁾ 浦 辺 幸 夫²⁾

ASSOCIATION BETWEEN PROGRESSION OF UNDERWEIGHT AND OVERWEIGHT STATUS AND PHYSICAL FITNESS IMPROVEMENTS IN THE YOUTH —A ONE-YEAR FOLLOW-UP STUDY—

KAZUNORI IWAI, MASAFUMI MATSUKI, SENTARO KOSHIDA,
KOSUKE TANAKA, KOJI MIYASHITA and YUKIO URABE

Abstract

The purpose of this study was to clarify whether changes in BMI were associated with physical fitness improvements in youth after a one-year period. The subjects were 287 youth male students aged between 15 and 18. A physical fitness test was conducted using the new physical fitness test with 8 items for youth aged between 12 and 19 years, developed by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan to assess their physical fitness level at baseline and after a one-year period. The subjects were divided into 6 groups(LD, LI, ND, NI, HD, HI)by a combination of the baseline BMI value(low, normal, high)and the BMI change after the one year period(decreased, increased). These results of the present study demonstrated that physical fitness improvements were different in each subject group. There was no significant physical fitness improvement in the LD and HI groups, whereas the other groups showed significant improvements in their physical fitness level($P<0.01$). The results suggest that adequate improvements in physical fitness occurred during youth period. However, their improvements in physical fitness may be hampered by progression of underweight and overweight status, respectively.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2008, 57 : 491~502)

key word : change in BMI, physical fitness, lean, obesity, change rate

I . 緒 言

一般に、青年期の体力水準は体力要素によって異なるものの、ライフステージの中で最も高いことが知られている^{1,2)}。また、青年期の体力はそれ以降の体力に大きく影響する^{3,4)}。そのため、青年期あるいはそれ以前から適切な体力を獲得し、継続的な

運動習慣を体得しておくことは生涯にわたる心身の健康という観点からも極めて重要である。

我が国における青年期の体力の年次推移をみると、1980年代後半頃より低下傾向を示している¹⁾。体力低下には環境的要因や遺伝的要因を含めた多種多様な要因が複雑かつ相互に関連していると報告がある^{5~8)}。青年学生を対象にした研究報

¹⁾ 広島商船高等専門学校
〒725-0231 広島県豊田郡大崎上島町東野4272-1

²⁾ 広島大学大学院保健学研究科
〒734-8551 広島県広島市南区霞1-2-3

³⁾ 了徳寺大学健康科学部
〒279-0022 千葉県浦安市明海5-8-1

⁴⁾ 広島市総合リハビリテーションセンター
〒731-3168 広島県広島市安佐南区伴南1-39-1

⁵⁾ 中部大学生命健康科学研究所
〒487-8501 愛知県春日井市松本町1200

Hiroshima College of Maritime Technology, Institute of National
Colleges of Technology, 4272-1 Higashino, Osakikamijima-cho,
Toyota-gun, Hiroshima, 725-0231

Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University, 1-2-3
Kasumi, Minami-ku, Hiroshima, 734-8551

Department of Judothrapy and Sports Medicine, Ryotokuji
University, 5-8-1 Meikai, Urayasu, Chiba, 279-0022

Hiroshima City General Rehabilitation Center, 1-39-1 Tomominami,
Asaminami-ku, Hiroshima, 731-3168

Research Institute of Life and Health Sciences, Chubu
University, 1200 Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi, 487-8501

告によれば, 現在および過去における生活習慣とりわけ運動習慣や身体活動量と関連して体力低下が発生している^{8~10)}. 青年期における身体活動の不足は体力低下のみならず, 肥満や痩身といった体格にも影響をおよぼす可能性が高い.

肥瘦の程度を簡便に判定する方法のひとつに BMI (Body mass index, 体格指数) がよく知られている. 先行研究によれば, BMI の判定によって低体重, 過体重などと区分されるグループの体力は, 体力要素によっても多少異なるが普通 BMI グループより低値を示すとの報告が多い^{11~13)}. また, これらの体力低下は青年期を含めたどの年齢層においても, ほぼ同様の傾向であった^{14~16)}. さらに, Huang & Malina は, 16歳から18歳における青年期の BMI と体力の関係は負の二次曲線関係を示すと報告した¹¹⁾. つまり, BMI が低値であればあるほど, また BMI が高値であればあるほど, 体力が低くなることを示している. このように BMI 判定による体格と体力の関係性は明らかになってきている.

青年期では著しい長育, 量育などの体格的発育と体力向上が観察される時期であることから^{1,2)}, これらの関連性においても体格的成長に伴って変化する可能性はある. 体格変化と体力向上との間にどのような関連性があるのかを明らかにすることで, 青年期の体格と体力の関連性について新たな知見を得ることもできる. また, 青年期の体力を適切に向上させるためにも, BMI と体力の関連性をより詳細に明らかにするためにもこのような体格変化と体力向上の関連性を検討する必要性は非常に高い. しかしながら, 青年期の縦断的な体格変化と体力向上の関連性は必ずしも明らかになっていない. これらの関連性を明らかにするためには縦断的なアプローチによって体格や体力の追跡調査を行う必要がある. 我が国における青年期の大部分が所属する学校では, 身体計測や体力測定を年次的に実施しているのが一般的である. 学校現場での更なる健康管理を推進していくためにも青年期の体格や体力などの年次的変化を観察していくことは極めて重要である.

本研究の目的は, 青年期の学生を対象に1年間の追跡調査を行い, 体格別に BMI の増減変化と体力向上との関連性がどのように観察されるのかを明らかにすることであった. 本研究の仮説として, 低体

重および過体重が進行する青年期の学生においては明らかな体力向上はみられないのではないかと考えた.

Ⅱ. 方 法

A. 対 象

本研究の対象は2005年度にH高等専門学校に在籍していた15歳から18歳までの青年期男子学生287名であった(年齢; 16.4 ± 1.0 歳, 身長; 169.3 ± 5.9 cm, 体重; 63.5 ± 11.2 kg, BMI; 22.1 ± 3.4 kg/m²). 全対象は所属した学校にて毎年度初めに実施される定期健康診断を受診し, その健康診断から異常所見などがみられなかった者であった. また, 本研究への参加に際して全対象に本研究の趣旨, 手順および危険性などについて十分に説明した. なお, 本研究は広島大学における「保健学研究科心身機能生活制御科学講座倫理委員会」の承認を得て実施した(承認番号0701).

B. 測定方法

1. 対象の分類

本研究では各対象における調査開始時の身長および体重により BMI [Body Mass Index, 体重/身長² (kg/m²)] を算出した. Huang & Malina による先行研究の方法に準じて¹¹⁾, 年齢別に BMI パーセンタイル順位によって体格を分類した. 体格には年齢別に BMI パーセンタイル順位が15未満を低 BMI 群(低体重), BMI パーセンタイル順位が15以上85未満を普通 BMI 群(普通体重), BMI パーセンタイル順位が85以上を高 BMI 群(過体重)と3群に分類した(Table 1).

さらに, 低 BMI, 普通 BMI, 高 BMI の3群に加えて, 各対象における1年後の追跡調査時の BMI 変化(BMI 減少, BMI 増加)を観察した. BMI 変化の算出方法として, 各対象において調査開始時と同様に追跡調査時の BMI も算出し, 調査開始時の BMI から追跡調査時の BMI の変化率を算出した(数式1).

BMI 変化率(%) =

$$\left(\frac{\text{追跡調査時の BMI} - \text{調査開始時の BMI}}{\text{調査開始時の BMI}} \right) \times 100$$

(数式1)

Table 1. Means and standard deviations of BMI in each group by ages.

	Low BMI	Normal BMI	High BMI	All
BMI at 15 age (kg/m ²)	17.3±0.6 (n=10)	20.6±1.7 (n=48)	26.2±1.9 (n=10)	21.0±2.9 (n=68)
BMI at 16 age (kg/m ²)	18.6±0.5 (n=14)	21.4±1.5 (n=65)	27.4±3.3 (n=14)	21.9±3.1 (n=93)
BMI at 17 age (kg/m ²)	19.2±0.8 (n=11)	22.1±1.4 (n=52)	30.3±4.9 (n=11)	22.9±3.9 (n=74)
BMI at 18 age (kg/m ²)	19.4±0.4 (n=8)	22.4±1.6 (n=36)	28.0±2.6 (n=8)	22.8±3.0 (n=52)
BMI at all ages (kg/m ²)	18.6±1.0 (n=43)	21.6±1.6 (n=201)	28.0±3.6 (n=43)	22.1±3.4 (n=287)

BMI : body mass index

Table 2. The number of subjects with changes in BMI.

	Decreased ¹	Increased ²	Unchanged ³	All
Low BMI	11	25	7	43
Normal BMI	84	100	17	201
High BMI	23	16	4	43
All	118	143	26	287

This table shows the number of subjects in each category. These categories were classified according to the baseline BMI value and the BMI change in one-year follow-up.

¹BMI at the follow-up decreased 1 % and below from baseline.

²BMI at the follow-up increased 1 % and above from baseline.

³The change in BMI between baseline and follow-up were not observed (below 1 % as absolute value)

算出した BMI 変化率が -1 % 以下であれば BMI 減少とし, BMI 変化率が 1 % 以上であれば BMI 増加と分類した。なお, BMI 変化率が絶対値で 1 % 未満の対象については, BMI の変化がみられないと判定し, その後の分析から除外した。Table 2 には低 BMI, 普通 BMI, 高 BMI の 3 群において, 追跡調査時の BMI 変化の状況 (BMI 減少, BMI 増加, BMI 変化なし) を対象数で示す。

本研究では対象を調査開始時の BMI による体格 (3 群) と 1 年後の追跡調査時の BMI 変化 (2 群) の組み合わせた 6 群に分類した。その 6 群は低 BMI 減少群 (LD: Low BMI/ Decreased BMI, n=11), 低 BMI 増加群 (LI: Low BMI/ Increased BMI, n=25), 普通 BMI 減少群 (ND: Normal BMI/ Decreased BMI, n=84), 普通 BMI 増加群 (NI: Normal BMI/ Increased BMI, n=100), 高 BMI 減少群 (HD: High BMI/ Decreased BMI, n=23), 高 BMI 増加群 (HI:

High BMI/ Increased BMI, n=16) であった。これらの 6 群間の年齢において, 一元配置分散分析により有意な年齢差がないことを確認した ($F=0.89$, $P>0.05$)。

本研究の調査開始時および 1 年後の追跡調査時の BMI を算出するための身長と体重は, 対象の所属にて毎年度初めに実施された定期健康診断時に看護師が測定した身長と体重の値を採用した。なお, 調査開始および追跡調査年度の定期健康診断はほぼ同時期の同時時間帯であった。

2. 新体力テスト

本研究では体力テストとして文部科学省の新体力テストを用いた。新体力テスト実施要項 (12 歳 ~ 19 歳対象) の実施方法に従い¹⁾, 新体力テスト 8 項目 (握力, 上体起こし, 長座体前屈, 反復横とび, 20 m シャトルラン, 50 m 走, 立ち幅とび, ハンドボー

ル投げ)を測定した。また, 新体力テストの総合評価をするため, 文部科学省による新体力テストの項目別得点表に基づいて, 各項目の記録を各項目の得点(1~10点)に換算した。新体力テストの総合得点は, 新体力テスト8項目の各項目別得点の合計得点とした(8~80点)。

新体力テストの測定は専門知識と十分な経験のある保健体育教員の指導により2005年の4月下旬から5月下旬にかけて保健体育の授業内に実施した。また, 1年後の追跡調査は2006年の4月下旬から5月下旬にかけて実施された。新体力テストの調査開始および1年間の追跡調査時とも各年度初めの定期健康診断の時期とほぼ同時期であった。さらに, 検者は基本的には保健体育教員が行ったが, 補助者を必要とする上体起こしや反復横とびなどの項目では補助者の学生が検者になる場合があった。その場合にも, 検者になる学生には十分な測定方法の説明を行い, 測定誤差が生じないように指導した。

C. 統計処理

本研究の統計学的検定には, SPSS(16.0J for Windows, SPSS Japan Inc., Tokyo, Japan)を用いた。本研究では, 低BMI, 普通BMI, 高BMIの体格と調査開始時と追跡調査時のBMI変化(BMI減少, BMI増加)による6群それぞれにおいて, 調査開始時および追跡調査時の身体特性, 新体力テスト8項目および総合評価の記録を比較した。各群における調査開始時と追跡調査時の身体特性および新体力テストの比較には対応のあるt検定を用いた。各群において調査開始時と追跡調査時における身体特性および新体力テストの記録の平均値と標準偏差(Mean±SD)に加え, t値, 有意確率, 効果量(effect size)を示した。各項目の効果量は調査開始時と追跡調査時の平均値と標準偏差を用いて算出した¹⁷⁾(数式2)。

本研究の分析方法では, 調査開始時および追跡調査時の身体特性や新体力テストの比較に6群それぞれで対応のあるt検定を繰り返して行ったため, 有意水準を管理する必要がある。本研究ではBonferroniの方法を用い, 対応のあるt検定の有意水準は全て0.83%とした($P=0.05/6=0.0083$)。

効果量=

$$\frac{|\text{調査開始時の平均値}-\text{追跡調査時の平均値}|}{\sqrt{(\text{調査開始時の標準偏差}^2+\text{追跡調査時の標準偏差}^2)/2}}$$

(数式2)

Ⅲ. 結 果

Table 3には調査開始時のBMIパーセンタイル順位による低BMI群, 普通BMI群, 高BMI群の3群に加え, 1年間の追跡調査時のBMI変化(BMI減少, BMI増加)にて分類した6群の調査開始時および追跡調査時の身体特性を示す。特に, 身長の変化では, LI群, ND群, NI群, HD群において有意に向上した($P<0.0083$)。LD群, HI群では有意な身長の向上は観察されなかった。

本研究では6群それぞれにおいて, 調査開始時と追跡調査時の新体力テストの総合評価および8項目の比較を行った(Figure 1 and Table 4, 5)。Figure 1には新体力テストの総合評価の比較を示す。総合評価ではLI群($P=0.0001$, $t=4.34$), ND群($P=0.0001$, $t=5.34$), NI群($P=0.0001$, $t=6.34$), HD群($P=0.007$, $t=2.99$)の4群において有意な向上が観察された。各群における総合評価の平均得点として, LD群の調査開始時では 49.0 ± 6.7 点, 追跡調査時では 51.9 ± 8.4 点であった。LI群では調査開始時が 52.2 ± 7.2 点であり, 追跡調査時が 55.8 ± 7.8 点であった。ND群では 54.2 ± 7.8 点, 57.2 ± 7.8 点, NI群では 53.6 ± 8.2 点, 56.6 ± 8.5 点であり, HD群では 46.8 ± 9.5 点, 50.6 ± 11.3 点, HI群では 45.1 ± 10.5 点, 46.0 ± 9.5 点であった(調査開始時, 追跡調査時)。

Table 4には握力, 上体起こし, 長座体前屈, 反復横とびの4項目の結果を示す。握力ではLI群, ND群, NI群, HD群の4群において有意な向上が観察された($P<0.0083$)。上体起こしではNI群のみで有意な向上があった。長座体前屈でもNI群のみで有意な向上が観察された。反復横とびではNI群, HD群の2群で有意な向上があった。また, 20mシャトルラン, 50m走, 立ち幅とび, ハンドボール投げの4項目の結果をTable 5に示す。20mシャトルランでは有意に向上した群は観察されなかった。50m走ではHD群のみで有意な向上があった($P<0.0083$)。立ち幅とびではND群, NI群の2群で有意な向上が観察された。ハンドボール投げでは

Table 3. Physical characteristics at baseline and follow-up in each group.

Variables	Groups	Baseline	Follow-up	t value	P value	Effect size
Height (cm)	LD	168.8±5.5	169.5±5.2	1.50	0.163	0.13
	LI	166.8±5.8	168.0±5.1	3.35*	0.003	0.22
	ND	169.8±6.0	170.7±6.0	8.02*	0.0001	0.15
	NI	169.0±6.0	169.6±5.8	5.14*	0.0001	0.12
	HD	170.9±5.3	171.7±5.2	4.37*	0.0001	0.15
	HI	169.6±7.3	169.7±7.2	0.65	0.527	0.02
Body mass (kg)	LD	53.6±3.9	52.8±3.3	1.81	0.101	0.23
	LI	51.5±5.5	54.7±4.2	7.37*	0.0001	0.65
	ND	63.3±7.0	62.2±6.6	7.01*	0.0001	0.17
	NI	60.5±7.0	63.7±6.9	14.82*	0.0001	0.45
	HD	81.8±11.8	77.5±11.3	6.66*	0.0001	0.37
	HI	81.9±11.9	84.7±12.6	5.85*	0.0001	0.23
BMI (kg/m ²)	LD	18.8±0.8	18.4±0.9	3.85*	0.003	0.51
	LI	18.5±1.1	19.4±1.1	7.82*	0.0001	0.82
	ND	21.9±1.5	21.3±1.4	12.87*	0.0001	0.42
	NI	21.2±1.7	22.1±1.8	13.22*	0.0001	0.54
	HD	28.0±4.0	26.3±3.8	8.10*	0.0001	0.44
	HI	28.4±3.6	29.4±3.8	7.97*	0.0001	0.25
Change rate of BMI (%)	LD	-2.26±1.98				
	LI	4.92±3.38				
	ND	-2.75±1.84				
	NI	4.46±3.40				
	HD	-6.08±3.43				
	HI	3.17±1.42				
Change in BMI (kg/m ²)	LD	-0.43±0.37				
	LI	0.89±0.57				
	ND	-0.61±0.44				
	NI	0.94±0.71				
	HD	-1.71±1.02				
	HI	0.92±0.46				

*A significant difference with a comparison between baseline and one-year follow-up in each group ($P < 0.0083$)

The groups were divided using a combination of baseline BMI value (Low, Normal or High BMI) and BMI change after the one year period (Decreased or Increased BMI)

LD : Low BMI/ Decreased BMI, LI : Low BMI/ Increased BMI, ND : Normal BMI/ Decreased BMI, NI : Normal BMI/ Increased BMI, HD : High BMI/ Decreased BMI, HI : High BMI/ Increased BMI.

LI 群, ND 群, NI 群の 3 群で有意な向上が観察された。

各群において有意に向上をした項目を以下にまとめる。LD 群および HI 群では有意に向上した項目はなかった。LI 群では握力, ハンドボール投げの

2 項目で有意に向上した。ND 群では握力, 立ち幅とび, ハンドボール投げの 3 項目で有意に向上した。NI 群では握力, 上体起こし, 長座体前屈, 反復横とび, 立ち幅とび, ハンドボール投げの 6 項目で有意に向上した。HD 群では握力, 反復横とび,

Figure 1. Total assessments of physical fitness in the 6 groups.

The groups were divided into 6 groups based on baseline BMI values (Low BMI, Normal BMI or High BMI) and BMI changes after a one-year period (Decreased BMI or Increased BMI): the LD, LI, ND, NI, HD, and HI group. The figure shows comparisons of total assessments of physical fitness between baseline (□) and one-year follow-up (■). A significant difference level of this study was 0.83%.

50 m 走の3項目で有意に向上した。

Ⅳ．考 察

本研究では成長期にある青年男子学生において年齢別に BMI パーセンタイル順位による低 BMI 群, 普通 BMI 群, 高 BMI 群の体格別に加えて, 1 年間の追跡調査による BMI 変化 (BMI 減少, BMI 増加) の違いによって, 明らかな体力向上との関連性に相違があることが確認された。青年期の男子学生において, 調査開始時に低体重で追跡調査時に低体重が進行していた場合 (LD 群) および調査開始時に過体重で追跡調査時に過体重が進行していた場合 (HI 群) には成長期にもかかわらず, 明らかな体力向上は観察されなかった。一方, 調査開始時に低体重であっても 1 年後の追跡調査時に低体重を改善していた場合 (LI 群) や調査開始時に過体重であっても追跡調査時に過体重が改善していた場合 (HD 群) では有意に体力向上していた。また, 調査開始時に普通体重にあった場合には追跡調査時の BMI の増減変化に関わらず有意な体力向上が観察された。つまり, 本研究では低体重と過体重が改善していた場合と普通体重にあった場合には体力が明らかに向上することが確認された。

まず, 本研究において明らかな体力向上が観察されなかった LD 群および HI 群について考察する。LD 群および HI 群は調査開始時にそれぞれ低体重あるいは過体重にあり, 1 年後の追跡調査時において, 低体重では更に低体重が進行し, 過体重では更に過体重が進行していた群である。つまり, 低体重と過体重が 1 年後の追跡調査時に更に進行していた群である。本研究の対象は成長期にある青年学生にもかかわらず, この LD 群および HI 群の 2 群では新体力テストの総合評価および 8 項目において, 明らかな体力向上は観察されなかったのである。この結果は我々の仮説と一致していた。青年期に十分な体力を獲得しておく必要があるにもかかわらず, 低体重および過体重の進行は体力を向上させるという観点からも悪い影響を与える可能性は非常に高い。低体重や過体重の進行を防ぐような日常の取り組みをすることが体力向上を含んだ健康管理の面からも極めて重要であろう。青年期の学生において, 日常生活習慣の中で低体重や過体重の進行を防ぐことができれば明らかな体力向上が期待できるかもしれない。

次に, 調査開始時では低体重および過体重であったが, 1 年後の追跡調査時に低体重および過体重を

Table 4. Comparisons of the items between baseline and follow-up in each group.

Variables	Groups	Baseline	Follow-up	t value	P value	Effect size
Grip strength (kg)	LD	37.2±5.3	39.5±5.1	2.16	0.056	0.43
	LI	36.7±6.6	40.0±6.5	5.24*	0.0001	0.50
	ND	42.2±7.0	44.4±7.5	4.96*	0.0001	0.29
	NI	40.9±6.6	43.6±6.7	8.29*	0.0001	0.40
	HD	44.3±7.4	47.4±7.4	4.82*	0.0001	0.42
	HI	45.2±8.8	47.6±8.6	2.47	0.026	0.28
Sit-up (times)	LD	29.1±4.3	31.0±5.3	2.23	0.050	0.39
	LI	31.7±4.6	32.4±3.9	1.62	0.119	0.17
	ND	32.0±4.9	32.7±5.1	1.29	0.202	0.14
	NI	31.8±5.2	32.7±5.1	2.85*	0.005	0.19
	HD	29.9±5.0	30.9±6.4	1.14	0.268	0.18
	HI	28.3±6.0	28.6±5.0	0.34	0.743	0.06
Sitting trunk flexion (cm)	LD	43.1±16.1	45.9±16.1	1.71	0.117	0.18
	LI	48.8±8.8	48.9±9.3	0.12	0.904	0.01
	ND	50.0±9.2	51.1±9.4	1.82	0.072	0.12
	NI	50.4±10.3	51.8±10.4	2.76*	0.007	0.14
	HD	48.1±13.6	49.0±14.3	0.54	0.594	0.06
	HI	48.9±12.8	45.3±12.5	1.69	0.112	0.28
Side step (times)	LD	55.0±5.0	57.0±4.6	2.12	0.054	0.41
	LI	58.3±5.3	59.1±7.0	0.73	0.472	0.13
	ND	57.4±5.5	58.6±5.8	1.94	0.056	0.21
	NI	57.2±5.9	58.4±6.0	2.90*	0.005	0.20
	HD	51.2±5.6	54.3±7.2	2.98*	0.007	0.49
	HI	51.3±7.6	52.9±6.2	1.35	0.197	0.23

*A significant difference with a comparison between baseline and one-year follow-up in each group ($P < 0.0083$)

The groups were divided using a combination of baseline BMI value (Low, Normal or High BMI) and BMI change after a one-year period (Decreased or Increased BMI)

LD : Low BMI/ Decreased BMI, LI : Low BMI/ Increased BMI, ND : Normal BMI/ Decreased BMI, NI : Normal BMI/ Increased BMI, HD : High BMI/ Decreased BMI, HI : High BMI/ Increased BMI.

改善した LI 群と HD 群に関してそれぞれ考察をしていく。LI 群では新体力テストの総合評価および握力、ハンドボール投げの 2 項目で有意な体力向上が観察された。新体力テストにおける握力、ハンドボール投げの項目はそれぞれ筋力、瞬発力(投能力)の体力評価と位置づけられている^{18,19)}。南たちは握力、ハンドボール投げは他の項目に比べ、体格との関係が高く、体格の発育に伴う筋量の増大が関係していると述べている²⁰⁾。同様に、本研究の LI 群では筋力や瞬発力が明らかに向上しており、筋量も増加したことが予想できる。その筋量増加によって

低体重を改善することができたひとつの要因であろうと考える。このように体格の改善と有意に向上した体力の項目が一致していることは非常に興味深い。

一方、HD 群では新体力テストの総合評価および握力、反復横とび、50 m 走の 3 項目で有意な体力向上があった。HD 群は調査開始時に過体重であったが、追跡調査時では過体重を改善していた群である。新体力テストでは握力、反復横とび、50 m 走の項目をそれぞれ、筋力、敏捷性、瞬発力(走能力)の体力評価としている^{18,19)}。HD 群では過体重が

Table 5. Comparisons of the items between baseline and follow-up in each group.

Variables	Groups	Baseline	Follow-up	t value	P value	Effect size
20m shuttle run (times)	LD	92.2±15.2	94.8±19.1	0.58	0.574	0.15
	LI	90.0±21.2	92.8±21.4	0.75	0.461	0.13
	ND	90.1±21.2	91.6±20.7	0.81	0.423	0.07
	NI	90.6±18.9	90.7±19.3	0.10	0.918	0.01
	HD	69.3±20.1	74.2±23.5	1.85	0.078	0.23
	HI	61.2±23.0	59.6±20.4	0.69	0.496	0.07
50m run (sec)	LD	7.78±0.38	7.69±0.58	0.56	0.591	0.18
	LI	7.58±0.37	7.41±0.42	2.83	0.009	0.43
	ND	7.50±0.52	7.40±0.47	2.26	0.027	0.20
	NI	7.52±0.42	7.44±0.48	1.95	0.054	0.17
	HD	8.12±0.64	7.82±0.69	3.02*	0.006	0.46
	HI	8.27±0.68	8.24±0.77	0.31	0.760	0.04
Standing long jump (cm)	LD	221.5±14.8	222.4±23.9	0.19	0.853	0.04
	LI	226.4±14.4	230.1±18.0	1.24	0.226	0.23
	ND	224.4±19.2	232.5±21.3	3.98*	0.0001	0.40
	NI	224.4±18.5	229.4±20.2	4.30*	0.0001	0.26
	HD	204.7±21.0	214.5±25.9	2.84	0.009	0.42
	HI	196.2±22.9	201.8±22.0	1.37	0.189	0.25
Handball throw (m)	LD	23.0±3.0	24.4±4.5	1.04	0.325	0.36
	LI	24.5±4.0	26.6±4.4	4.51*	0.0001	0.51
	ND	25.7±5.0	27.3±4.8	4.36*	0.0001	0.32
	NI	25.0±4.6	27.0±4.9	5.91*	0.0001	0.42
	HD	24.6±5.9	25.7±5.2	1.63	0.118	0.20
	HI	23.6±5.4	24.9±4.7	1.42	0.176	0.26

*A significant difference with a comparison between baseline and one-year follow-up in each group ($P < 0.0083$)

The groups were divided using a combination of baseline BMI value (Low, Normal or High BMI) and BMI change after a one-year period (Decreased or Increased BMI)

LD : Low BMI/ Decreased BMI, LI : Low BMI/ Increased BMI, ND : Normal BMI/ Decreased BMI, NI : Normal BMI/ Increased BMI, HD : High BMI/ Decreased BMI, HI : High BMI/ Increased BMI.

改善され、身体に余分な負荷が減少されたと考えられる。過体重が軽減したことが敏捷性や走能力としての瞬発力が明らかに向上した要因のひとつではないかと推察している。また、筋力の体力評価に用いられている握力についても有意に向上しているため、筋量の減少による過体重の改善は少ないのではないかと考えている。HD 群では過体重が改善されるような日常生活とりわけ身体活動を実施したために総合評価およびこれらの3項目が有意に向上したのか、総合評価およびこれらの3項目が向上するような身体活動を実施したために、過体重が改善され

たのかは本研究のみでは十分に結論することはできない。しかしながら、本研究のHD群において、総合評価およびこれらの3項目が有意に向上したことは非常に重要な事実であると考えている。

さらに、調査開始時に普通BMIにあり、追跡調査時にBMIが減少したND群とBMIが増加したNI群に関して考察する。ND群の有意に向上した項目は総合評価および握力、立ち幅とび、ハンドボール投げの3項目であった。一方、NI群では総合評価および握力、上体起こし、長座体前屈、反復横とび、立ち幅とび、ハンドボール投げの6項目で有

意に向上していた。新体力テストでは握力、上体起こし、長座体前屈、反復横とび、立ち幅とび、ハンドボール投げの項目をそれぞれ、筋力、筋持久力、柔軟性、敏捷性、瞬発力(跳能力)、瞬発力(投能力)の体力評価をしている^{18,19)}。すなわち、ND 群では筋力および瞬発力が有意に向上しており、NI 群では筋力、筋持久力、柔軟性、敏捷性、瞬発力が有意に向上していたことを示している。本研究では調査開始時に普通体重にあり、追跡調査時に BMI が増加していた NI 群が有意に向上した項目数は多かった。普通 BMI に関しては、本研究のみでは十分な結論はできないまでも、BMI の増減変化に関係なく体力が有意に向上することがうかがえた。さらに、先行研究と同様に、調査開始時および追跡調査時ともに普通 BMI にあれば、BMI の増減変化にかかわらず、低 BMI および高 BMI よりも体力が全体的に高値を示すことを確認できた(Figure 1 and Table 4, 5)。

低体重や過体重では体力は低値を示すとの横断的な報告が多い^{11~16)}。本研究は青年期の体力と BMI において 1 年間の追跡調査を行い、BMI 変化に着目して体力向上の相違を観察したものである。BMI は簡便性が高く、体格評価として広く利用されている。そのため、今後もますます学校などの大規模なスクリーニング・テスト、現場指導、研究などにおいて、幅広い年齢層で BMI を体格評価として活用されることが予想される。

本研究では調査開始時の肥瘦度による体格の判定にするために、年齢別に BMI パーセンタイル順位によって低 BMI、普通 BMI、高 BMI に分類した。体格分類するために BMI を用いた先行研究によると、その基準の設定には大きく分けて、本研究と同様の方法である BMI パーセンタイル値と BMI 値そのものを利用する 2 つの方法が用いられている^{11, 21~24)}。また、BMI パーセンタイル値、BMI 値それぞれにおいて、対象の人種、年齢、性別などでも境界値が異なっている。我々は日本肥満学会の肥満度分類²¹⁾を用いた BMI 値による分析方法でも、調査開始時に低体重にあり、1 年後の追跡調査時に低体重が進行していた群および調査開始時に過体重にあり、1 年後の追跡調査時に過体重が進行していた群では明らかな体力向上は観察されないという今回と同様の結果を確認している²⁵⁾。BMI 値による分

析において同様の結果が得られたことは本研究の妥当性を裏付けることができるであろう。本研究では成長期にある青年学生を対象としていることや BMI 値の分析では対象数に偏りがより大きく生じることなどから、今回は年齢別による BMI パーセンタイル値を用いた分析方法を採用した。

BMI の利用にも注意すべき点について指摘されている^{22,23)}。BMI では体脂肪率などの身体組成を把握することはできない。青年期では BMI 判定では普通体重であっても体脂肪率の判定では肥満となる“隠れ肥満”の存在も報告されている²⁶⁾。本研究では特に BMI の簡便性により、身体組成の測定を行わなかった。今後の課題のひとつとして、インピーダンス法などによって体脂肪率などの身体組成をより詳細に測定しておく必要はある。加えて、青年期ではまだ成長期にあるため、身体の様々な部分で量育と長育が進む^{1,2)}。例をあげれば、体重や身長が増加した場合、骨格、骨格筋、脂肪などどのような組織が増加したのかは BMI のみでは明らかにならない。

本研究では調査開始時と追跡調査における各評価項目の平均値と標準偏差、t 値、有意確率のみならず、効果量(effect size)を算出した。効果量に関する考察の必要性がある。効果量は標準偏差を 1 単位とした場合の平均値間の差の大きさを示している¹⁷⁾。統計学的な平均値の差の検定において、統計学的に有意であることと現象として意味があることとは区別しなければならないようである。効果量の解釈として、一般に効果量 0.2 以下では小さく、効果量 0.5 は中程度、効果量 0.8 以上は大きいとされている¹⁷⁾。本研究で言えば、調査開始時と追跡調査時において統計学的には有意な差が観察されるものの、現象として意味が小さいとされる効果量 0.2 未満は、ND 群、NI 群、HD 群の身長、ND 群の体重、NI 群の上体起こし、NI 群の長座体前屈があげられる。とりわけ、ND 群では現象として意味が小さいものの身長の増加および体重の減少がある。それらに関連して、ND 群の BMI は減少し、効果量 0.42 と中程度弱の意味をなしているため、成長期にもかかわらず、自然な成長の観点からは一見逆行しているようにみえる。しかしながら、成長期では長育のみが進み、体重のような量育が多少遅れる場合がある¹⁸⁾。また、ND 群の体重の減少は効果量から現象

として意味が小さいことから ND 群の BMI 変化では減少しているものの決して自然な成長の観点から逆行している異常な状態という程度ではないと考えている。このような観点からみれば, ND 群が総合評価および握力, 立ち幅とび, ハンドボール投げの 3 項目において明らかな体力向上が観察されたことは理解できる。

本研究の対象における身体特性について考察を行う。表 6 には年齢別による本研究および日本人標準値²⁾の身体特性に関する年次変化の比較を示す。本

研究については年齢別に調査開始時と追跡調査時の身体特性を示し, 日本人標準値では年齢別に身体特性を示した。本研究では 15 歳と 16 歳で身長 of 年次変化が大きく変化しているものの, 日本人標準値では身長の年次変化はそれほど大きくない。また, 本研究と日本人標準値での平均身長における比較では, それほどの差はみられない。しかしながら, 体重の平均値を比較してみると, 15 歳では 1.0 kg, 16 歳では 1.5 kg, 17 歳では 5.1 kg, さらに 18 歳では 3.1 kg の差があり, 平均値でみると体重については本

Table 6. Physical characteristics between this study and the standardized value in each age.

Variables	Age		This study	Difference	Japanese standardized value ²⁾	Difference
Height (cm)	15	Baseline	168.0±6.9	1.7	168.4±5.8	0.6
		Follow-up	169.7±6.5			
	16	Baseline	168.4±4.9	1.0	170.0±5.6	0.5
		Follow-up	169.4±5.0			
	17	Baseline	170.7±6.1	0.1	170.5±5.5	0.8
		Follow-up	170.8±6.2			
	18	Baseline	170.7±5.5	0	171.3±5.5	0.3
		Follow-up	170.7±5.5			
	19	-	-	-	171.6±5.5	-
Body mass (kg)	15	Baseline	59.5±11.1	1.1	58.5±9.7	2.1
		Follow-up	61.6±9.1			
	16	Baseline	62.1±9.5	0.4	60.6±9.4	1.1
		Follow-up	62.5±9.5			
	17	Baseline	66.8±12.6	0.9	61.7±8.8	1.7
		Follow-up	67.7±12.0			
	18	Baseline	66.5±10.2	0.2	63.4±8.1	0.7
		Follow-up	66.7±10.1			
	19	-	-	-	64.1±7.7	-
BMI (kg/m ²)	15	Baseline	21.0±2.9	0.4	20.6	0.3
		Follow-up	21.4±2.4			
	16	Baseline	21.9±3.1	-0.1	20.9	0.3
		Follow-up	21.8±3.1			
	17	Baseline	22.9±3.9	1.3	21.2	0.4
		Follow-up	23.2±3.8			
	18	Baseline	22.8±3.0	0.1	21.6	0.1
		Follow-up	22.9±3.0			
	19	-	-	-	21.7	-

This table shows comparisons of physical characteristics between this study and Japanese standardized value. In the present study, both baseline and one-year follow-up of physical characteristics were demonstrated at each age. Japanese standardized values of physical characteristics were shown at each age.

研究の対象が日本人標準値より重いことがわかる。各年齢において本研究と日本人標準値の平均身長ではそれほど差はないものの、平均体重においては日本人標準値より本研究の対象が重いことで、本研究の BMI 値が日本人標準値より 0.4 kg/m^2 から 1.7 kg/m^2 の高値を示している。本研究の対象の体重や BMI の平均値が標準値より高かったことにより、本研究では低 BMI 群とりわけ LD 群において従来よりも BMI の高いグループになった可能性がある。その結果のひとつとして、LD 群では有意な差はないものの調査開始時と追跡調査時の体力平均値の差がやや大きくなったことが考えられる。

最後に、本研究の限界点を付け加える。本研究の対象は単一学校であり、かつそれほど大きな対象数ではなかった。特に、LD 群では最も対象数が少なかった。当然、今後の課題のひとつとして、大規模調査とりわけ LD 群や HI 群の対象数を十分に獲得して検討する必要がある。本研究のみでは低体重および過体重の進行によって適切な体力向上ができないとは完全には結論できないまでも、LD 群や HI 群の対象数を十分に獲得した検討は本研究において観察された結果を支持するであろうと考えている。Huang & Malina¹¹⁾や Bovet et al.¹³⁾による横断的な先行研究によれば、青少年期の低体重や過体重の程度が悪化するほど、体力が低値を示したと報告している。これらの報告からも本研究の結果を裏付けることができるであろう。次に、本研究では1年間の追跡調査による BMI と体力およびそれらの変化を観察した。BMI と体力には、運動習慣やライフスタイルなどを含めた消費エネルギー量や食習慣に大きく関わる摂取エネルギー量などの様々な要因が密接に関連している。本研究ではこれらの交絡因子の調整は全く行っていない。今後はこれらの交絡因子を調整していくことが大きな課題のひとつであると考えている。さらに、本研究の対象は青年男子学生のみであった。我が国では女子の痩身が多発しているとの報告があるため²⁷⁾、青年期の女子学生を対象に本研究と同様の検討が必要であると考えている。上述した限界点とあわせて本研究と同様の検討を継続的に実施していくことで国民、特に青年期の健康管理や体力向上の一助になるであろうと確信している。

V. ま と め

本研究では青年期の男子学生を対象に BMI パーセンタイル順位による体格別(低 BMI、普通 BMI、高 BMI)に加えて1年後の追跡調査時の BMI 変化(BMI 減少、BMI 増加)によって、各群それぞれにおいて調査開始時と追跡調査時の新体力テストの比較から体力向上との関連性に相違がみられるかを分析した。以下の結果を得た。

- 1) 調査開始時に低 BMI で追跡調査時に BMI が減少した群(LD 群)と調査開始時に高 BMI で追跡調査時に BMI が増加した群(HI 群)では新体力テストの総合評価および全項目において明らかな体力向上はみられなかった。
- 2) 調査開始時に低 BMI や高 BMI であっても追跡調査時にそれらを改善していた群(LI 群、HD 群)では明らかな体力向上が観察された。
- 3) 調査開始時に普通 BMI にある場合では追跡調査時に BMI の増減変化にかかわらず(ND 群、NI 群)、明らかな体力向上が観察された。

本研究では青年期の男子学生において低体重および過体重の進行は適切な体力向上に負の影響をおよぼす可能性が高いことを示した。

謝 辞

本研究に対しまして、多大なご助言をいただきました福井大学医学部医学科の山次俊介先生に深謝いたします。

(受理日 平成20年6月2日)

参 考 文 献

- 1) 文部科学省スポーツ・青少年局。平成18年度体力・運動能力調査報告書、文部科学省、東京、(2007)
- 2) 東京都立大学体力標準値研究会編。新・日本人の体力標準値2000、不昧堂、東京、(2000)
- 3) Mikkelsen, L., Kaprio, J., Kautiainen, H., Kujala, U., Mikkelsen, M., Nupponen, H. School fitness tests as predictors of adult health-related fitness. *Am J Hum Biol.*(2006) **18**, 342-349.
- 4) Barnekow-Bergkvist, M., Hedberg, G., Janlert, U., Jansson, E. Prediction of physical fitness and physical activity level in adulthood by physical performance and physical activity in adolescence--an 18-year follow-up study. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*(1998) **8**, 299-308.
- 5) Li, M., Dibley, M. J., Sibbritt, D., Yan, H. Factors

- associated with adolescents' physical inactivity in Xi'an City, China. *Med. Sci. Sports Exerc.* (2006) **38**, 2075-2085.
- 6) MacArthur, D. G., & North, K. N. ACTN3: A genetic influence on muscle function and athletic performance. *Exerc Sport Sci Rev.* (2007) **35**, 30-34.
 - 7) Heck, A. L., Barroso, C. S., Callie, M. E., Bray, M. S. Gene-nutrition interaction in human performance and exercise response. *Nutrition.* (2004) **20**, 598-602.
 - 8) Fogelholm, M., Stigman, S., Huisman, T., Metsämuuronen, J. Physical fitness in adolescents with normal weight and overweight. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* (2008) **18**, 162-170.
 - 9) Suzuki, K. & Nishijima, T. Effects of sports experience and exercise habits on physical fitness and motor ability in high school students. *School Health.* (2005) **1**, 22-38.
 - 10) 島田 茂, 出村慎一, 長澤吉則, 南 雅樹, 松澤基三郎, 継続的運動実施頻度の差異が高専男子学生の体格および体力に及ぼす影響, 3年間の文部科学省の新体力テストによる縦断的資料を用いて, 日本生理人類学会誌, (2006), **11**, 69-74.
Shimada, S., Demura, S., Nagasawa, Y., Minami, M., Matsuzawa, J., Influence of the difference of continuous exercise enforcement frequencies on physique and physical fitness of male students at a national college of technology, With an examination of three-year longitudinal data, *Jpn. J. Physiol. Anthropol.* (2006) **11**, 69-74 (in Japanese)
 - 11) Huang, Y. C., & Malina, R. M. BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9-18 years. *Med. Sci. Sports Exerc.* (2007) **39**, 701-708.
 - 12) Chen, W., Lin, C. C., Peng, C. T., Li, C. I., Wu, H. C., Chiang, J., Wu, J. Y., Huang, P. C. Approaching healthy body mass index norms for children and adolescents from health-related physical fitness. *Obes. Rev.* (2002) **3**, 225-232.
 - 13) Bovet, P., Auguste, R., Burdette, H. Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: a large school-based survey. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* (2007) **4**: **24**, 1-8
 - 14) Tokmakidis, S. P., Kasambalis, A., Christodoulos, A. D. Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *Eur. J. Pediatr.* (2006) **165**, 867-874.
 - 15) 梅田典子, 重松良祐, 中垣内真樹, 田中喜代次, Body mass index からみた高齢者における体力の検討, 体育学研究, (2002), **47**, 439-450.
Umeda, N., Shigematsu, R., Nakagaichi, M., Tanaka K. Physical fitness in older adults with low, middle and high body mass index. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.* (2002) **47**, 439-450 (in Japanese)
 - 16) 韓 一栄, 仲 立貴, 大野 誠, 高齢女性の体力と健康づくり運動の効果, 肥満研究, (2004), **10**, 297-302.
 - 17) 出村慎一. 健康・スポーツ科学のための SPSS による統計解析入門, 第1版, 杏林書院, 東京, (2007)
 - 18) 文部科学省. 新体力テストー有意義な活用のためにー, ぎょうせい, 東京, (2000)
 - 19) 高橋亮輔, 上岡洋晴, 岡田真平, 新体力テスト, 理学療法, (2005), **22**, 114-128.
 - 20) 南 雅樹, 出村慎一, 島田 茂, 山次俊介, 池本幸雄, 文部科学省の新・旧体力テストの関係ー高専男子学生(15~18歳)を対象としてー 教育医学 (2003), **48**, 275-282.
Minami, M., Demura, S., Shimada, S., Yamaji, S., Ikemoto, Y. Relationships between renewed and old physical fitness tests of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science- and Technology of Japan, -For male students(aged 15 to 18) in a national college of technology-. *J. Educ. Health Sci.* (2003) **48**, 275-282. (in Japanese)
 - 21) 松澤次次, 井上修二, 池田義雄, 坂田利家, 齋藤 康, 佐藤祐造, 白井厚治, 大野 誠, 宮崎 滋, 徳永勝人, 深川光司, 山之上国男, 中村 正, 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準, 肥満研究, (2000), **6**, 18-28.
 - 22) 服部恒明, 発育期の Body Mass Index と身体組成, 体育学研究, (2006), **51**, 436-446.
Hattori, K. Body mass index and body composition during growth stages. *Japan J. Educ. Hlth. Sports Sci.* (2006) **51**, 435-446 (in Japanese)
 - 23) Prentice, A. M., & Jebb, S. A. Beyond body mass index. *Obes. Rev.* (2001) **2**, 141-147.
 - 24) WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet.* (2004) **363**, 157-163.
 - 25) 岩井一師, 越田専太郎, 田中浩介, 宮下浩二, 浦辺幸夫, 青少年における体格別の BMI 変動と体力向上の相違ー1年後の BMI 変動からー, 体力科学, (2007), **56**, 778.
 - 26) 藤瀬武彦, 長崎浩爾, 青年男女における隠れ肥満者の頻度と形態的及び体力的特徴, 体力科学, (1999), **48**, 631-640.
Fujise, T. & Nagasaki, K. Characteristics of anthropometry and physical fitness of masked obesity in young men and women. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* (1999) **48**, 631-640 (in Japanese)
 - 27) 健康局総務課生活習慣病対策室, 平成17年国民健康・栄養調査結果の概要, 厚生労働省, 東京,
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2007/05/h0516-3.html>