

青年期における低体重女性の身体組成と身体機能

小宮, 秀一
Institute of Health Science, Kyushu University

宇部, 一
Seika Women's Junior College

増田, 隆
Nakamura Gakuen University

満園, 良一
Institute of Health and Physical Education, Kurume University

他

<https://doi.org/10.15017/641>

出版情報 : 健康科学. 18, pp.13-20, 1996-03-31. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

— 総 説 —

青年期における低体重女性の身体組成と身体機能

小 宮 秀 一 宇 部 一* 増 田 隆**
 満 園 良 一*** 右 田 孝 志***

Body Composition and Physiological Profiles
 of the Underweight Adolescent Female

Shuichi KOMIYA, Makoto UBE*, Takashi MASUDA**,
 Ryouichi MITSUZONO***, and Takashi MIGITA***

Summary

In general, modern women exhibit a desire to be slimmer and to be "good looking". Adolescent females show marked self-consciousness about having a fat body image. Therefore, females of even average or less than normal weight aspire to have an even more slender appearance. The three major structural components of the human body include muscle, fat, and bone. Body weight is the sum total of its parts. Among individuals of the same age and sex body fat exhibits much more variability than lean body mass (LBM) does. It is evident that body fat accounts for most of the variability in body weight. However, LBM and fat are not completely independent entities. Because, a change in body weight that is the result of changes in energy balance usually involves both body compositions. The weight loss and dieting practices of many females may have powerful physiological and psychological effects. Among these effects could be changes in metabolic rate and adipose tissue activity, increased risk for health problems, and compromised reproductive capacity. Therefore, there seems to be a biologic lower limit beyond which a person's body weight cannot be reduced without impairing health status. The present article has reported body composition and physiological characteristics in underweight adolescent females, and then compared these results with those for various fattish group of similar age.

Key words : underweight female, body composition, physiological profiles, lower limit of weight, optimal body fat
 (Journal of Health Science, Kyushu University, 18 : 13-20, 1996)

Institute of Health Science, Kyushu University 11, Kasuga 816, Japan.

* Seika Women's Junior College, Fukuoka 816, Japan.

** Nakamura Gakuen University, Fukuoka 814-01, Japan.

*** Institute of Health and Physical Education, Kurume University, Kurume 830, Japan.

1. はじめに

体重は重要な生理機能をもった各種の器官や組織によって構成されている。体重を構成する主要なものは筋肉や骨といった除脂肪組織 (lean tissue) と脂肪組織 (fat tissue) である。このことから、体重の変化は体重を構成しているこれら構成要素の変化が反映されたものであるといえる。従って、体重減少は身体機能の異常を察知するのに非常に優れた指標の一つであり、無制限な体重減少は健康破壊にもつながる。

しかし、青年期女子の多くは「痩せ」を強く望み、種々の減量法を試みている。この「痩せ志向」現象は、体重のもつ生物学的、生理学的、或いは健康科学的意味を無視した社会的文化的現象²²⁾²⁴⁾であり、このことから起こる無謀な減量は栄養失調、神経性食欲不振症、或いは思春期やせ症といった健康障害をも引き起こしている。

体重減少とは、摂取熱量<消費熱量ということである。それには、(1)摂取熱量が減少している場合、(2)消費熱量が増加している場合、(3)その両者の場合が考えられる。また、体重減少には、(1)貯蔵脂肪組織量の減少、(2)除脂肪組織量の減少(筋肉の減少)、(3)水分量の減少等の単独、あるいは同時の減少が考えられる。一般に、「痩せ」とは脂肪量も除脂肪量も共に低下した状態であるとされている。

体重を構成するこれらの組織の生理機能を考えた場合、体重には健康を維持する上でこれ以上低下させてはいけないう下限値(最低体重)があるものと考えられる。特に、青年期女子では、性ホルモンの代謝に最低限必要な脂肪量(至適体脂肪量)もあると考えられる。例えば、月経が起こるには体重の17%に相当する脂肪量が必要であり、正常な月経周期を維持するには体重の22%に相当する脂肪量が必要であると報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。また、正常な月経機能の発揮には除脂肪量/脂肪量(L/F)比が重要な意味をもつとも報告されている¹⁹⁾。

本報告では、青年期女子の「痩せ志向」、体重減少と身体組成の変化、低体重女性の身体組成、及び低体重女性の身体組成と身体機能との関係について述べ、健康阻害要因とならない最低体重と至適体脂肪量について考察する。

2. 青年期女子の「痩せ志向」

人間は年齢に関係なく常に自己の身体に関心をもっているものである。特に、青年期では身体的成長、性

欲の亢進、自己愛の増大といった発育・発達上の変化に動機づけられて、自己の身体への関心が急速に高まる。この時、男性では自己の身体の強さや美しさを誇大視することもあるが、女性では身体の醜さや不快な身体感覚に過度にとらわれてしまい、潜在的栄養失調に陥ったり、神経性食欲不振症や思春期やせ症などが構造化されることもある。

福岡市の女子大学生261名を対象とした調査結果では、自己の体重を肥満傾向にあると評価した者が58.2%もあり、「太り気味」と自己評価した者のうち95.2%、「太り過ぎ」と自己評価した者のうち85.4%は明らかに過大評価していた¹⁴⁾。また、図1に示すように「痩せたい」という学生が実際には太ってもいない学生を含めて74.3%もみられ、非常に高い社会的体型不安度も示した¹⁴⁾。これら女子大学生の理想身長は同世代の全国平均値より有意に高い160.7cmであり、理想体重は逆に有意に低い47.7kgで¹⁴⁾、これはBMI 18.5に相当す

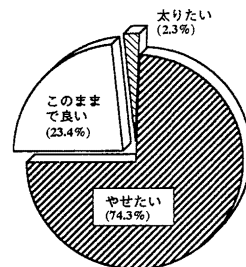


Fig. 1. Distribution (%) over three desire categories for weight control.

る。つまり、現在の青年期女子には、このような瘦身スタイルに憧れた強い「痩せ志向」が社会文化的な現象として存在している。図2は、1993年度の6歳から59歳までの身長²¹⁾と平均体重²¹⁾からBMIを算出し、プロットしたものである。女性の17歳から21歳の間でBMIが急激に低下している。このような傾向は20年前頃からみられている。男性ではこのようなBMIの低下傾向はみられず、女性でも22歳以降はBMIが漸増している。この年齢の平均身長が大きく変動することは考えられないため、このようなBMIの断層的下降現象は意図された体重調節(ウエイト・コントロール)の結果であると考えられる。

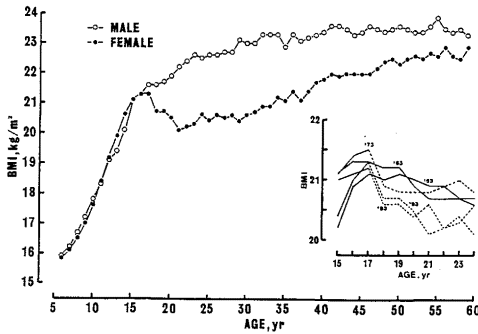


Fig. 2. Average values for body mass index (BMI) in child and adult.

3. 体重減少と身体組成の変化

表1は、1940年代と1950年代に行われた直接法(死体解剖)によるアメリカ人男性の身体組成の分析結果⁵⁾⁶⁾²⁰⁾である。各種器官の重量が体重に占める割合で示されており、除脂肪組織である横紋筋と骨、及び脂肪組織が大きな割合を示している。つまり、体重の6~8割を占める主要な構成物は Lean Body Mass (LBM) と Fat Mass (FAT) である。従って、体重の変化はこれらの構成成分の変化が反映されたものである。

Table 1. Composition of adult human body.

Materials	A	B	C	D
	White male	White male	White male	Negro male
Years of age	35	46	60	48
Height, cm	183	168.5	172	169
Weight, kg	70.55	53.8	73.5	62.0
Per cent of total body				
Striated muscle	31.56	39.76	40.22	42.53
Skeleton	14.84	17.58	14.95	16.88
Adipose tissue	13.63	11.37	21.67	5.18
Skin	7.81	6.33	6.58	9.49
Teeth	0.06	0.08	—	0.07
Brain, spinal cord, nerve trunks	2.52	2.99	2.13	2.41
Liver	3.41	2.34	2.38	3.39
Heart	0.69	0.52	0.60	0.86
Lungs	4.15	3.30	2.21	3.07
Spleen	0.19	0.11	0.10	0.42
Kidneys	0.51	0.51	0.43	0.70
Pancreas	0.16	0.14	0.10	0.20
Alimentary tract	2.07	1.86	1.51	2.15
Remaining tissue				
Liquid	3.79	0.59	0.50	1.23
Solid	13.63	11.43	5.97	10.45
Bile, content of bladder and alimentary tract	0.95	0.99	0.55	1.05
Hair (and nails)	0.03	0.10	0.07	0.03

A ; Mitchell et al, 1945, B ; Forbes et al, 1953, C and D ; Forbes et al, 1956

図3は、18歳の女子短大生54名の体重とFAT及びLBMの関係をみたものである。これらの間には非常に高い正の相関関係がみられ、低体重者ほど脂肪及び筋肉や骨などのLBMが少ないことがうかがえる。しかし、体重が大きくなるに従ってLBM/TFM比は低下する。このことは、体重が大きくなると相対的に脂肪量が多くなることを示している。

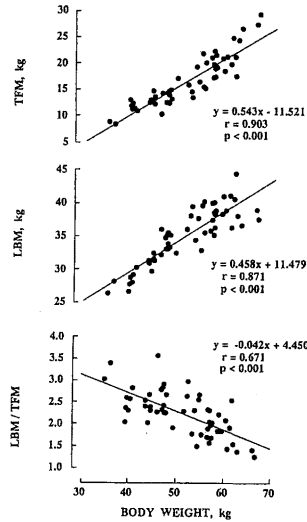


Fig. 3. Total fat mass (TFM, kg), lean body mass (LBM, kg) and LBM/TFM ratio as a function of body weight (kg).

CHANGE OF LBM	CHANGE OF FAT		
	+	0	-
+	OVERFEED OBESITY PREGNANCY PUBERTY(F)		ANDROGENS GROWTH HORMONE PUBERTY(M) exercise
0		STABLE STATURE	(hibernating bears)
-	AGEING CNS INJURY P-W SYNDROME zero gravity bedrest		UNDERFEED ANOREXIA MALNUTRITION

Fig. 4. Classification of changes in LBM and fat observed in various situations.

図4は、体重の変化を身体組成の変化としてとらえ、あらゆる状況でみられるFATとLBMの変化を分類したものである⁸⁾。ヒトが痩せる主要な状況としては、FATのマイナス変化とLBMのマイナス変化が共存する減食や栄養不足が考えられる。

図5は、身長156cmから170cmの14歳から50歳までの女性164名のFATとLBMの分布⁹⁾をみたものである。FATはLBMより量的に少ないため左に寄った分

布を示しているが、その広がりには LBM に比べて非常に大きい。このことは FAT の変動幅が LBM よりかなり大きいことを示している。

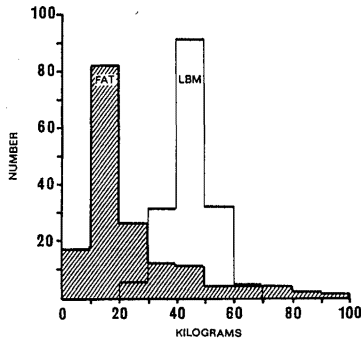


Fig. 5. Frequency distribution of LBM and body fat for 164 females aged 14 to 50 years and 156 to 170 cm in height.

例えば、1日のエネルギー摂取量を所要量の約2/3(約1,600kcal)に制限した24週間の減食(半飢餓実験)¹⁵⁾の場合、表2のような体重減少(69.5kgから53.5kgへ-16kg)が報告されている。この時、体重を構成するLBMの減少が-24%であったのに対してFATは-71%もの減少を示している。脂肪の減少に関して、その蓄積量が過剰な場合は身体機能の改善に有効であると考えられる。しかし、出産やホルモン機能等に関連する必須脂肪量(essential fat)のレベル以下に体脂肪量を減少させることは健康上好ましくないと考えられている¹⁾。

Table 2. Body composition changes after 24 weeks of starvation.

BODY COMPOSITION CHANGES AFTER 24 WEEKS OF STARVATION			
COMPONENT	CONTROL (%)	24 WEEKS (%)	CHANGE (%)
Total Weight	100	100	-23
FAT	14	5	-71
Active tissue mass	57	56	-24
Extracellular fluid	24	34	+4

一方、LBMの減少は身体機能との関係で重要な意味をもつ。図6は、蛋白質とエネルギーの栄養障害をもつ患者のLBMの減少に伴う病歴を示している¹³⁾。LBMの減少に伴い立つこと、座ることも困難となり、50%まで減少して死亡という劣悪な病歴の進行をみることが出来る。このようにLBMの減少は健康の維持という

点で非常に重要な意味をもっている。

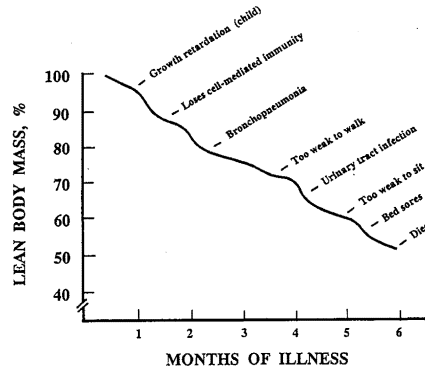


Fig. 6. The natural history of protein-energy malnutrition in a patient with chronic wasting illness.

4. 低体重女性の身体組成

平均身長153.4cm, 平均体重40.7kg, 平均BMI17.3の低体重女性10名について、身長に差がなく体重がそれぞれ異なる3群と比較しながら、低体重女性の身体組成の特徴をみとめる。

表3は、低体重群(A)とコントロール群である(B), (C), (D)の身体的特徴を示している。Body sizeは、A, B, C, D群の順に有意に大きくなるが、BMI17.3の低体重A群の総脂肪と体脂肪比率(%FAT)は、BMI19.3であるB群のそれらとは有意な差を示していない。

図7は、皮下脂肪量(subcutaneous fat mass)と体内深部脂肪量(internal fat mass)との比(S/I比)、及び除脂肪量(LBM)と総脂肪量(TFM)との比(L/F比)を比較したものである。低体重であるA群のS/I比は0.74を示し、他の3群と比較して有意に低い値を示した。つまり、低体重者では体重を構成する少ない脂肪量の中でも特に皮下脂肪量が少ないという特徴をもつことがわかる。L/F比は、過体重になるほど低下する傾向にあり、低体重であるA群のL/F比は過体重であるC, D群のそれらより有意に高い。しかし、平均体重47.5kg, 平均BMI19.3のB群との差は有意ではない。しかも、A群の2.5とB群の2.7はBehnkeとWilmoreが報告した青年女子標準体(reference woman)のL/F比2.8²⁾と近似している。このL/F比がもつ生理学的意味に関しては種々議論されているが、その1つとして、アンドロゲンからエストロゲンへの転換における脂肪組織の役割²³⁾から正常な月経機能の

Table 3. Means for selected anthropometric characteristics of college-aged women in four groups categorized on the basis of BMI.

	A BMI ≤ 18.00 n=10	B 18.00 < BMI ≤ 21.00 n=19	C 21.00 < BMI ≤ 24.00 n=17	D 24.00 < BMI n=8
Age, yr	18 ± 0.7	18 ± 0.5	18 ± 0.4	18 ± 0.0
Height, cm	153.4 ± 4.4	156.8 ± 3.8*	159.2 ± 3.8**	156.9 ± 2.2
Weight, kg	40.73 ± 3.34	47.50 ± 3.58***	57.26 ± 2.19***	62.12 ± 3.18***
BMI, kg/m ²	17.28 ± 0.73	19.29 ± 0.84***	22.59 ± 0.59***	25.24 ± 1.39***
Triceps skinfold, mm	11.4 ± 2.3	14.4 ± 3.9*	18.4 ± 3.1***	24.3 ± 4.0***
Sub-scapular skinfold, mm	11.2 ± 1.9	13.8 ± 3.3*	17.7 ± 4.7***	25.6 ± 5.8***
Total fat mass, kg	11.8 ± 2.0	13.5 ± 2.2	18.9 ± 2.3***	23.9 ± 3.8***
Percent body fat, %	28.7 ± 3.2	28.4 ± 3.3	33.1 ± 3.9**	38.3 ± 4.4***
Lean body mass, kg	29.0 ± 1.9	34.0 ± 2.6***	38.3 ± 2.7***	38.2 ± 1.5***

*...p < 0.05, ***...p < 0.001

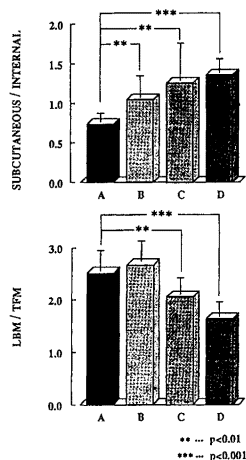


Fig. 7. Comparison of subcutaneous fat/internal fat and LBM/TFM ratios grouped by BMI.

発揮に必要な要素であるとされている。従って、体脂肪量が極めて少ない女子長距離走選手²⁰⁾や女性ボディビルダー⁹⁾が示す異常に高いL/F比は、正常な月経機能の阻害要因と考えられる。

図8は、非利き腕の橈骨遠位1/3をDEXA (DCS-600)法で測定した骨塩量(BMC)と骨密度(BMD)を示している。骨塩量、骨密度ともに低体重であるA群が低い値を示した。骨量は年齢、性ホルモン、栄養、運動などによって変化するが、これら低体重者の低い骨量は恐らく栄養素の摂取不足と運動不足の影響であろうと考えられる。

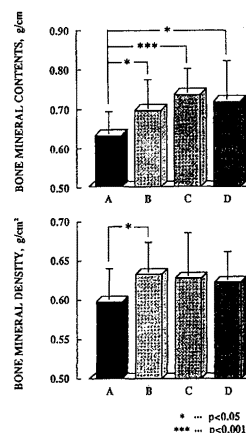


Fig. 8. Comparison of bone mineral contents (BMC) and bone mineral density (BMD) predicted by DEXA.

5. 低体重女性の身体組成と身体機能の関係

最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)はLBM(その48.2~54.4%は骨格筋⁷⁾)と高い相関を示すという報告が多く³⁾⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²⁵⁾, LBMは $\dot{V}O_2\max$ の重要な規定要素である。図9は、 $\dot{V}O_2\max$ を検討したものである。低体重者(A群)のLBMは29.0kgと極めて少ないため $\dot{V}O_2\max$ も1576ml/minと明らかにコントロール群より低い。しかし、LBM 1 kg当たりの $\dot{V}O_2\max$ は54.6ml/kg/minであり、コントロール群との差は認められない。

最大筋力は筋断面積 (cm²)と絶対筋力 (kg/cm²)の積として表され、絶対筋力には性、年齢、トレーニング

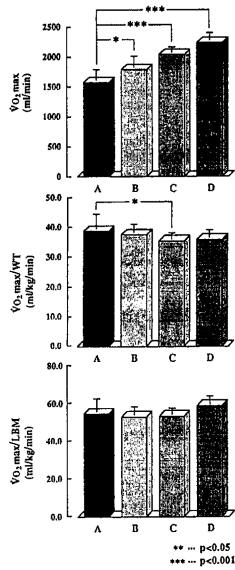


Fig. 9. Maximal oxygen consumption grouped by BMI.

ングによる差はないとされている¹²⁾。従って、最大筋力は筋の断面積によって決定される。図10は、脚伸展筋力（左右最大値の和）を比較したものである。上述したように低体重者のLBMが極めて少ないことから、筋断面積も非常に小さいと推察され、最大筋力は48.8kg（左右和）と極めて劣っていた。しかし、 $\dot{V}O_2\max$ と同様にLBM当たりの筋力ではコントロール群との間に差は認められない。

つまり、体重40kg, BMI17.3の低体重者は小さなbody sizeの影響から低い身体機能を示しているが、LBMの組成や酵素活性にまで変化が起きているとは考えられない。

6. 低体重女性の性ホルモン環境と蛋白分画、及び免疫グロブリン

図11と図12は、月経周期の中期に採血して分析した性ホルモンと蛋白分画、及びIgGとIgAを体型の異なる4群間で比較したものである。性ホルモンでは有意差には至っていないが、低体重の方がむしろ高いレベルにあった。このことは、同じ低体重者である女子長距離走選手の低い性ホルモンレベル¹⁸⁾とは対照的な結果であった。同様に、serious distance runnerの月経周期異常率が50%という高率を示した¹⁸⁾のに対して、身長と体重が同じで多少体脂肪量の多いsedentaryの低体重者ではそれより低い30%であった。また、高体重者に比較して低体重者のアルブミンとA/G比が低く、多少栄養摂取不足の傾向がうかがえる。しかし、 γ グロ

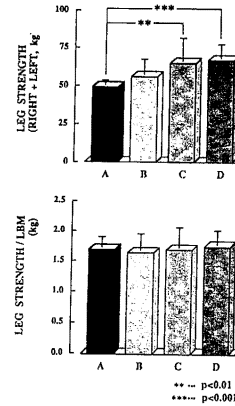


Fig. 10. Leg strength grouped by BMI.

ブリン, IgG, IgAは高い傾向にあり、免疫不全の疑いはない。

7. おわりに

本報告は、青年期女子における低体重者群の身体組成と体力の特徴を体重の異なる群と比較して述べた。その結果は、以下のようにまとめることができる。

今回対象にした低体重者、すなわちBMI17.3, 体重40kg, 体脂肪量12kgの青年期女子は、皮下脂肪量と除脂肪量が少ない「痩せ」であると判定された。これら低体重者の体力はbody sizeそのものの小ささから体重の大きな者より劣る傾向はみられたが、除脂肪組織の組成や活性には差がないものと考えられた。また、低体重者の月経周期異常は体重の重い群より高率にみられた。このことは、低体重者の特徴である少ない皮下脂肪量の影響が考えられる。すなわち、今回の低体重者は骨量、最大酸素摂取量、筋力、及びアルブミン等に低値を示したが、顕著な健康障害には至っていない。以上の結果から、今回対象にした程度の低体重は正常な身体機能の維持に支障をきたすものではないことがわかった。従って、今回のデータでは健康の維持に必要な最低体重を40kg, 至適体脂肪量を12kgと設定することができる。

しかし、今回の低体重者は、遺伝的な素因の影響が大きく、長期間にわたって低体重を維持している者であった。つまり、短期間のウェイト・コントロールによる低体重の身体機能に及ぼす影響は別問題であり、

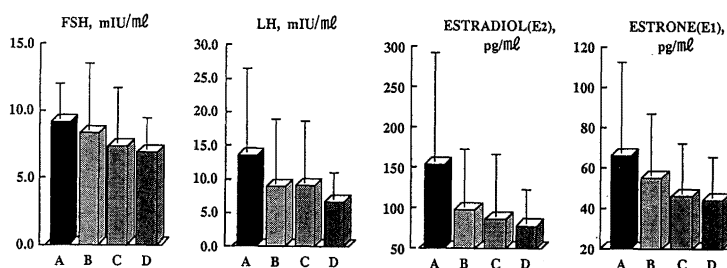


Fig. 11. Comparison of follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH), estradiol (E₂) and estrone (E₁) values grouped by BMI.

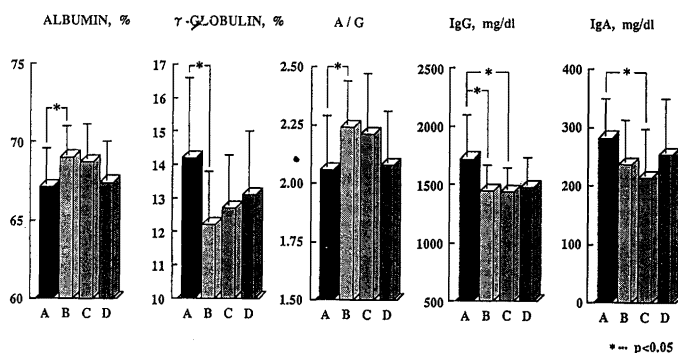


Fig. 12. Comparison of albumin, γ -globulin, A/G ratio, and immunoglobulin G and A values grouped by BMI.

今後検討すべき課題である。

今後、この最低体重と至適体脂肪量より低い「痩せ」を対象に、それらの身体組成や生理学的特性を明らかにすることによって、今回の最低体重40kg, 至適体脂肪量12kg のもつ健康科学的意味はさらに明らかにされるであろう。

本稿は1995年9月15, 16, 17日, 福島市において開催された第50回日本体力医学会のシンポジウムVI「ウエイトコントロールと身体機能」において講演した内容をまとめたものである。

参考文献

- 1) Behnke, A. R. : New concepts in height-weight relationships. In : Obesity. Edited by Wilson, N. L., Davis, F. A. Philadelphia, 1969, pp.25-53.
- 2) Behnke, A. R. and Wilmore, J. H. : Evaluation

and regulation of body build and composition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1974.

- 3) Buskirk, E. and Taylor, H. L. : Maximal oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity. J. Appl. Physiol., 11 : 72-78, 1957.
- 4) Dill, D. B., Myhre, L. G., Greer, S. M., Richard, J. C. and Singleton, K. J. : Body composition and aerobic capacity of youth of both sexes. Med. Sci. Sports, 4 : 198-204, 1972.
- 5) Forbes, R. M., Cooper, A. R. and Mitchell, H. H. : The composition of the adult human body as determined by chemical analysis. J. Biol. Chem., 203 : 359-366, 1953.
- 6) Forbes, R. M., Mitchell, H. H. and Cooper, A. R. : Further studies on the gross composition and mineral elements of the adult human body. J. Biol. Chem., 223 : 969-975, 1956.

- 7) Forbes, G. B. and Lewis, A. M. : Total sodium, potassium and chloride in adult man. *J. Clin. Invest.*, 35 : 596-600, 1956.
- 8) Forbes, G. B. : Body composition : influence of nutrition, disease, growth, and aging. In : *Modern nutrition in health and disease*. 8th Ed., Edited by Shils, M. E., Olson, J. A. and Shike, M., Lea & Febiger, Philadelphia, 1994, pp. 781-801.
- 9) Freedson, P. S., Mihevic, P. M., Loucks, A. B. and Girandola, R. N. : Physique, body composition, and psychological characteristics of competitive female body builders. *Phys. Sports-med.*, 11 : 85-93, 1983.
- 10) Frisch, R. E., Revelle, R. and Cooks, S. : Components of weight at menarche and initiation of the adolescent growth spurt in girls : estimated total water, lean body weight, and fat. *Hum. Biol.*, 45 : 469-483, 1973.
- 11) Frisch, R. E., Wyshak, G. and Vincent, L. : Delayed menarche and amenorrhea in ballet dancers. *N. Engl. J. Med.*, 30 : 17-19, 1980.
- 12) 福永哲夫 : ヒトの絶対筋力, 杏林書院, 東京, 1978, pp. 166-181.
- 13) Heymsfield, S. B., Bethel, R. A., Ansely, J. D., Nixon, D. W. and Rudman, D. : Enteral hyperalimentation : An alternative to central venous hyperalimentation. *Ann. Intern. Med.*, 90 : 63-71, 1979.
- 14) 今井克己, 増田 隆, 小宮秀一 : 青年期女子の体型誤認と“やせ志向”の実態, 栄養学雑誌, 52 : 75-82, 1994.
- 15) Keys, A., Brozek, J., Henschel, A., Mickelsen, O. and Taylor, H. L. : *The biology of human starvation*. University of Minnesota Press, Minneapolis, 1950.
- 16) 北川 薫, 生田香明, 広田公一, 原 優子 : 最大酸素摂取量の規定因子としての除脂肪体重の検討. *体力科学*, 23 : 96-100, 1974.
- 17) Kitagawa, K., Miyashita, M. and Yamamoto, K. : Maximal oxygen uptake, body composition, and running performance in young Japanese adults of both sexes. *体育学研究*, 21 : 335-340, 1977.
- 18) Komiya, S., Mitsuzono, R., Masuda, T. and Ube, M. : Body composition and hematological profiles of the under-weight female. *Adv. Exerc. Sports Physiol.*, 1 : 31-37, 1995.
- 19) McArdle, W. D., Katch, F. I. and Katch, V. L. : *Exercise physiology*. 3rd. Ed., Lee & Febiger, Philadelphia, 1991, pp. 599-633.
- 20) Mitchell, H. H., Hamilton, T. S., Steggerda, F. R. and Bean, H. W. : The chemical composition of the adult human body and its bearing on the biochemistry of growth. *J. Biol. Chem.*, 158 : 625-637, 1945.
- 21) 文部省体育局 : 平成5年度体力・運動能力調査報告書, 1994, pp. 270-277.
- 22) 岡田宣子 : 母と娘の体つきの意識. *日本家政学会誌*, 41 : 867-873, 1990.
- 23) Schindler, A. E., Ebert, A. and Friedrich, E. : Conversion of androstenedione to estrone by human fat tissue. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 35 : 627-630, 1972.
- 24) Storz, N. S. : Body weight concepts of adolescent girls in the home economics classroom. *J. Home Econ.*, 74 : 41-43, 1982.
- 25) Welch, B. E., Riendeau, R. P., Crisp, C. E. and Isenstein, R. S. : Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. *J. Appl. Physiol.*, 12 : 395-398, 1958.
- 26) Wilmore, J. H., Brown, C. H. and Davis, J. A. : Body physique and composition of the female distance runner. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 301 : 764-776, 1977.