福岡市とその近郊の中学生及び大学生（年齢12, 13歳及び18, 19歳） の体組成と有酸素能力の関係

池田 修¹⁾・高崎裕治²⁾・安河内 朗²⁾

1) 福岡教育大学・体育研究センター

2) 九州芸術工科大学・人間工学教室

要約 福岡市及びその近郊に居住する中学生と大学生の男女の身長, 体重, 皮下脂肪厚の測定並びに最大下作業による最大酸素摂取量の推定を実施した。身長, 体重, 脂肪比率, 除脂肪量, 最大酸素摂取量にはそれぞれ有意な性差, 年齢差がみられたが, それらの差は特に大学生の男女間や男子の中学生と大学生間に著しかった。しかし, 最大酸素摂取量の除脂肪量に対する回帰直線に性差, 年齢差は認められず, $Y = -0.012 + 0.055X$ と算出された。他研究者による報告資料と比較した結果, 福岡にみられる上記回帰直線は鍛練者群を除くすべての地区の被検者に関しての一般的傾向を示すと考えられた。

序 論

人の身体的作業容量を評価するのに最大酸素摂取量が信頼し得る測度となっていることは広く知られている。この最大酸素摂取量は体重や体組成としての除脂肪量と密接な相関関係にある (BUSKIRK & TAYLOR, 1957; WELCH *et al.*, 1958; DAVIES, 1972; DAVIES *et al.*, 1973)。また最大酸素摂取量には年齢, 性別, 人種などにより相違が見られる (ÅSTRAND, 1956; IKAI *et al.*, 1970)。本研究は福岡の中学生と大学生 (年齢12, 13歳及び18, 19歳) の体組成及び有酸素能力の特徴と両者の関係を明らかにすることを目的とするものである。

方 法

福岡市及びその近郊に居住する健康な中学生と大学生を被検者とし, 身長, 体重, 皮下脂肪厚の計測とステップワークを実施した。被検者は福岡教育大学附属中学校の12, 13歳の男子生徒38名, 女子生徒29名, また福岡教育大学の18, 19歳の男子学生31名, 女子学生40名の合計138名である。皮下脂肪厚は栄研式皮脂肪計を使用し, 上腕背部と肩甲骨下部の2部位を計測した。これらの計測値から NAGAMINE & SUZUKI (1964) 及び KEYS & BROŽEK (1953) の式を使用し脂肪比率を算出した。ステップワークでは台高が男子40 cm, 女子30 cm, 昇降頻度は男女とも毎分25回とした。作業の継続時間は6分間で最後の1分間の心電図記録と呼吸ガス採取を行った。心電図は胸部誘導により記録し, これから毎分心拍数を求めた。呼吸ガスはダグラスバッグ法で採取し, ガスサンプルをショ

ランダー微量ガス分析装置またはレスピライザー (フクダ医理化製) で分析し運動時酸素摂取量を求めた。得られた心拍数と酸素摂取量からノモグラム (佐藤・坂手・高崎, 1976; 佐藤・山崎・津田, 1976) により各被検者の最大酸素摂取量を推定した。

結果と考察

福岡地区の被検者の身長, 体重, 脂肪比率, 除脂肪量, 最大酸素摂取量, 単位体重当たり及び単位除脂肪量当たり最大酸素摂取量の平均値と標準偏差を表1に示した。各測定値について, 大学生と中学生における性差及び年齢差の有意性を表2にまとめた。

男子中学生の身長は女子中学生より有意に高い値であったが, 体重に有意な性差は認められなかった。除脂肪量では有意に中学生男子が女子を上回っており, 中学生においては体重より体組成により早く性差の出現することが認められる。大学生と中学生について, 除脂肪量は男子で17.7 kg, 女子で4.8 kg の差を示し各々大学生が有意に高い値であった。大学生と中学生の体重差は男子では大半が除脂肪量であったが, 女子では約50%が脂肪量であった。

体重当たり最大酸素摂取量では, 男子の中学生と大学生の間に有意な差が認められなかったが, 女子では大学生が中学生より有意に少なく年齢差がみられた。性差については中学生で認められず, 大学生では男子が女子より有意に多かった。更に単位除脂肪量当たり最大酸素摂取量を中学生, 大学生及び男女間で比較すると総べての間に有意差がみられなかった。

中学生, 大学生の男女の各被検者群における体重と

Table 1. Anthropometric and physiological

	Age yr.	Subjects N	Height cm	Weight kg	Body Fat %
School boy	12-13	38	154.1(8.4)	43.8(7.8)	11.7(2.2)
College male	18-19	31	170.4(5.6)	62.7(5.9)	10.1(1.7)
School girl	12-13	29	151.0(5.5)	41.7(6.4)	15.0(3.7)
College female	18-19	40	156.9(4.5)	51.8(5.3)	22.5(3.0)

Values are means and (S.D.)

Table 2. T-test of sex difference and age difference on physical characteristics of by subtracting females' from males' in upper two lines and school childrens' from

	Group	Height cm	Weight kg	Body fat %	L. B. M. kg
Sex	School children	3.1*	2.1	-3.3**	3.3*
	College students	13.5**	10.9**	-12.4**	16.2**
Age	Male subjects	16.3**	18.9**	-1.6**	17.7**
	Female subjects	5.9**	10.1**	7.5**	4.8**

* and ** show the significance at 5% and 1% level, respectively.

Table 3. Regression equations of maximal oxygen uptake on body weight for each group in Fukuoka.

	N	r	Regression equations
School boy	38	0.737***	$Y = 0.377 + 0.039X$
College male	31	0.512***	$Y = -0.470 + 0.057X$
School girl	29	0.683***	$Y = 0.393 + 0.038X$
College female	40	0.589***	$Y = -0.300 + 0.049X$

*** shows the significance at 0.1% level.

Table 4. Regression equations of maximal oxygen uptake on lean body mass for each group in Fukuoka.

	N	r	Regression equations
School boy	38	0.776***	$Y = 0.172 + 0.050X$
College male	31	0.529**	$Y = -0.671 + 0.067X$
School girl	29	0.679***	$Y = 0.039 + 0.054X$
College female	40	0.600***	$Y = -0.153 + 0.060X$

** and *** show the significance at 1% and 0.1% level, respectively.

最大酸素摂取量の相関係数は総べて有意となり、体重に対する最大酸素摂取量の回帰直線を求めた(表3)。各被検者群の回帰係数の大きさについて共分散分析により検定すると $F=0.69$ となり有意な差は認められなかったが、直線の高さには有意差 ($F=4.61$, $P<0.01$) のあることが確かめられた。回帰直線の高さは男子大学生、男子中学生、女子中学生、女子大学生の順に低くなった。

characteristics of subjects in Fukuoka.

L. B. M. kg	$\dot{V}O_{2\max}$ l/min.	$\dot{V}O_{2\max}/B. W.$ ml/kg/min.	$\dot{V}O_{2\max}/L. B. M.$ ml/kg/min.
38.6(6.5)	2.09(0.42)	47.8(6.6)	54.1(6.9)
56.3(5.2)	3.10(0.66)	49.4(8.8)	55.0(6.9)
35.3(4.4)	1.96(0.35)	47.1(6.4)	55.5(8.7)
40.1(4.5)	2.25(0.45)	43.4(6.9)	56.2(8.7)

subjects. Values are differences of means obtained students' in lower two lines.

$\dot{V}O_{2\max}$ l/min	$\dot{V}O_{2\max}/B. W.$ ml/kg/min	$\dot{V}O_{2\max}/L. B. M.$ ml/kg/min
0.13	0.7	-1.4
0.85**	6.0**	-1.2
1.01**	1.6	0.9
0.29**	-3.7*	0.7

最大酸素摂取量の体重に対する直線性は除脂肪量に對してもみられた(表4)。性と年齢群によって分類した4群の回帰直線の有意差が回帰係数及び直線の高さ間に認められなかった($F=0.41$, $F=0.35$)。これは除脂肪量が等しければ最大酸素摂取量は性差, 年齢差に関係なく一定値となることを意味し, 最大酸素摂取量にみられる個人差は除脂肪量の多少により大部分もたらされているものと考えられる。福岡の全被検者における最大酸素摂取量の除脂肪量に対する回帰直線を求めると,

$$\hat{Y} = -0.012 + 0.055X \quad (r=0.811, P<0.001)$$

となる。本調査と被検者の年齢, 測定項目に関して類似した研究として山崎ら(1977)の名瀬, 坂手(1976)の福山, 亀井ら(1972)の名古屋, 吉沢(1972)の宇都宮及び那須が知られている。これらのうち除脂肪量が明らかにされていないものは SENDROY (1966) の身体容積推定式を用いてこれを算出し, 福岡の学生, 生徒により求めた回帰直線とともに上記諸研究の示す最大酸素摂取量と除脂肪量との値を図1に記した。坂手(1976)を除いて各平均値は福岡の回帰式の95%信頼限界の内部またはその周辺に位置した。坂手(1976)の大学生男女の最大酸素摂取量は顕著に高い値であったが, これは資料の対象となる被検者群が体育専攻学生であるための結果と思われる。BUSKIRK & TAYLOR (1957) は除脂肪量に対する最大酸素摂取量の回帰関

係がフットボール選手と一般学生で異なることを報告しているが, 除脂肪量とは別に身体トレーニングの程度も最大酸素摂取量に影響することを同様に示唆する結果と考えられる。福岡の回帰式は特別な身体トレーニングを行っていない被検者群に関しての一般的傾向を示しているといえる。

Fig. 1. Regression line of maximal oxygen uptake on lean body mass for all subjects in Fukuoka district. Mean values of Fukuoka and other districts are also indicated.

文 献

- ÅSTRAND, P. O., 1956: Human physical fitness with special reference to sex and age. *Physiol. Rev.*, 36; 307-335.
- BUSKIRK, E. and H. L. TAYLOR, 1957: Maximal oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity. *J. Appl. Physiol.*, 11: 72-78.
- DAVIES, C. T. M., 1972: Maximal aerobic power in relation to body composition in healthy, sedentary adults. *Human Biol.*, 44: 127-139.
- DAVIES, C. T. M., D. MBELWA, G. CROCKFORD and J. S. WEINER, 1973: Exercise tolerance and body composition of male and female Africans aged 18-30 years. *Human Biol.*, 45: 31-40.
- IKAI, M., M. SHINDO and M. MIYAMURA, 1970: Aerobic work capacity of Japanese people. *Research J. Physical Education*, 14: 135-140.
- 亀井貞次・松井秀治・宮下充正・水谷四朗・星川保・豊島進太郎, 1972: 青少年にみられる最大酸素摂取量と体重との関係. *体力科学*, 21: 136-142.
- KEYS, A. and J. BROŽEK, 1953: Body fat in adult man. *Physiol. Rev.*, 33: 245-325.
- NAGAMINE, S. and S. SUZUKI, 1964: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Human Biol.*, 36: 8-15.
- 佐藤方彦・坂手照憲・高崎裕治, 1976: 気温 20°C, 30°C, および40°Cにおける最大酸素摂取量推定ノモグラムの適用. *人類誌*, 84: 121-130.
- 佐藤方彦・津田隆志・山崎和彦, 1976: 気温条件を考慮した身体的作業容量推定ノモグラム(女性用)の試作. *人類誌*, 84: 259-265.
- SENDROY, J., Jr. and H. A. COLLISON, 1966: Determination of human body volume from height and weight. *J. Appl. Physiol.*, 21: 167-172.
- WELCH, B. E., R. P. RIENDEAU, C. E. CRISP and R. S. ISENSTEIN, 1958: Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. *J. Appl. Physiol.*, 12: 395-398.
- 山崎昌広・高崎裕治・坂手照憲・佐藤方彦, 1977: 奄美大島の小・中学生の体力調査(予報). *人類誌*, 86: 131-132.
- 吉沢茂弘, 1972: 都市と農村青少年の有酸素的作業能に関する研究. *体力科学*, 21: 161-175.

(1978年3月20日受付)

The Relations between Body Composition and Aerobic Work Capacity in Fukuoka Residents Aged 12, 13 and 18, 19 Years

Osamu IKEDA¹⁾, Yuji TAKASAKI²⁾ and Akira YASUKOUCHI²⁾1) *Research Center of Physical Culture, Fukuoka University of Education*2) *Department of Ergonomics, Kyushu Institute for Design Research*

The estimated maximal oxygen uptake and some indices of body size and composition, including body height, weight, and skinfold thickness at two sites have been determined on subjects aged 12, 13 and 18, 19 in Fukuoka during step work. Sex difference in maximal oxygen uptake in aged 18, 19 groups and age difference in body fat percent of weight in females were shown significantly. There were different regression equations of maximal oxygen uptake on body weight with respect to the elevations among age, sex, and region. It is considered partly due to difference in effective muscle mass that can be used to perform the work. On the other hand, the same regression line of maximal oxygen uptake on lean body mass were obtained regardless of sex and age, and it was calculated at $Y = -0.012 + 0.055X$. As a result, it seems that in relative sedentary residents irrespective of sex, age and region maximal oxygen uptake is related to the volume of lean body mass.