研究論文

成人女性の最大酸素摂取量と血中脂質の関係について

今村 裕行¹⁾ 皆吉 正博 本多加代子
今井 優 石黒 久雄 小畑 大吉²⁾

Relationship Between the Maximal Oxygen Intake and Blood Lipids in Adult Women
Hiroyuki IMAMURA¹⁾, Masahiro MINAYOSHI, Kayoko HONDA, Masaru IMAI, Hisao ISHIGURO,
Daikichi KOBATA²⁾

Minami Osaka Total Health Screening Center: 2-11-18 Higashikagaya Suminoe-ku Osaka
559 Japan. TEL 06-682-1511.

1)Department of Health Improvement 2)Department of Health Management

J. Exerc. Physiol. 5(1):3-8, 1990. ISSN 0912-7100. Received November 29, 1989.

ABSTRACT

The relationship between the maximal oxygen intake per kilogram of body weight ($\dot{V}O_2$ max/wt) and blood lipids was investigated using 110 adult women. Results obtained were as follows: 1) After controlling for the effects of age and percent body fat (%fat), there was no significant correlation between $\dot{V}O_2$ max/wt and blood lipids. 2) After controlling for the effects of age and $\dot{V}O_2$ max/wt, %fat had a significant positive correlation with triglycerides (TG) and negative correlation with high density lipoprotein cholesterol (HDL), showing no significant correlation with both total cholesterol (TC) and β -lipoprotein cholesterol (β -L). 3) After controlling for the effects of %fat and $\dot{V}O_2$ max/wt, the age of subjects had a significant correlation with both TC and β -L, but not with TG and HDL.

Key words: maximal oxygen intake, percent body fat, age, blood lipids.

要旨

成人女性110名を対象に、対体重最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$ max/wt)と血中脂質との関係について検討した結果、以下のような知見を得た。1) $\dot{V}O_2$ max/wtは、体脂肪率(%fat)と年齢の影響を消去すると全ての血中脂質と有意な相関を示さなかった。2) %fatは、年齢と $\dot{V}O_2$ max/wtの影響を消去しても単相関と同様に中性脂肪(TG)と有意な正の相関を示し、高比重リポ蛋白(HDL)と有意な負の相関を示したが、総コレステロール(TC)とベータリポ蛋白(β -L)とは有意な相関を示さなかった。3) 年齢は、%fatと $\dot{V}O_2$ max/wtの影響を消去するとTCと β -Lとは有意な正の相関を示したが、TGとHDLとは有意な相関を示さなかった。

キーワード: 最大酸素摂取量 体脂肪率 年齢 血中脂質

南大阪総合健診センター: 大阪市住之江区東加賀屋2-11-18 (〒559) TEL 06-682-1511.

1)健康開発増進部 2)健康管理部

運動生理 5(1):3-8, 1990.

受付日1989年11月29日

I はじめに

血中脂質が、対体重最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\text{max}$ /wt)などの有酸素性能力と関係があることはよく知られている。例えば、 $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtの高いマラソンランナーや¹⁻⁴⁾、クロスカントリースキーヤー⁵⁾などの高比重リポ蛋白(HDL)は一般人に比較して有意に高い。

血中脂質は有酸素性能力の影響を受けるだけでなく、体脂肪率(%fat)や年齢の影響も受ける⁶⁻¹²⁾。そこで我々は、男性の対体重最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\text{max}$ /wt)と血中脂質との関係について、それらの影響を消去した成績を報告した¹³⁾。

本研究の目的は、女性の $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtと血中脂質の関係について、%fatと年齢の影響を消去して検討することである。

II 方法

被検者は、南大阪総合健診センター健康開発増進部において体力測定を受けた女性110名である。

本研究における全ての測定方法についての詳細は既に報告した^{13) 14)}。

$\dot{V}O_2\text{max}$ は、自転車エルゴメーターを用いて、Åstrandら¹⁵⁾のノモグラムから推定し、さらに補正式¹⁶⁾を用いて修正した。

%fatは右上腕背部と右肩甲骨下部の皮下脂肪厚を測定し、Nagamineら¹⁷⁾とBrozekら¹⁸⁾の方法によって求めた。

血中脂質の測定は、血清総コレステロール(TC)、中性脂肪(TG)、HDL及びベータリポ蛋白(β -L)について行った。

$\dot{V}O_2\text{max}$ /wt、%fat及び年齢と血中脂質との関係については、単相関を用いて検討し、さらに偏相関を用いてそれぞれの影響を消去して検討した。

Table 1 Physical characteristics of subjects

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	%Fat (%)	$\dot{V}O_2\text{max}$ /wt (ml/kg·min)
Mean	47.8	155.5	54.6	27.0	29.6
SD	8.9	5.0	7.2	7.4	5.1

Abbreviations: %Fat=percent body fat; $\dot{V}O_2\text{max}$ /wt=maximal oxygen intake per kilogram body weight

Table 2 Serum lipids profiles of subjects

	(mg/dl)			
	TC	TG	β -L	HDL
Mean	204.7	90.2	438.0	63.1
SD	37.2	46.0	124.0	15.0

Abbreviations: TC=total cholesterol; TG=tri-glycerides; β -L=beta lipoprotein cholesterol; HDL=high density lipoprotein cholesterol

III 結果

被検者の身体的特性をTable 1に、血中脂質組成をTable 2に示した。

Fig. 1は被検者の $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtを25以下、25~35, 35~45, 45ml/kg·min以上の4群に区分したものである。被検者の99.1%は、45ml/kg·min以下に分布しており、また66.4%は、25~35ml/kg·minに集中していた。

被検者の $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtと血中脂質との相関係数をTable 3に示した。これらの関係を単相関でみたところ $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtは、TGと有意な負の相関を示したが、TC、 β -L、及びHDLとは有意な相関を示さなかった。また%fatと年齢の影響を消去した偏相関でそれらの関係をみたところ、 $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtは、全ての血中脂質と有意な相関を示さなかった。

Fig. 2は被検者の%fatを20以下、20~25、25~30、30~35、35%以上の5群に区分したものである。%fatが20~25%と25~30%の2群がやや多いものの、全群に平均して分布していた。

被検者の%fatと血中脂質との相関係数をTable 4に示した。これらの関係を単相関でみたところ、%fatはTGと有意な正の相関を示し、HDLと有意な負の相関を示したが、TCと β -Lとは有意な相関を示さなかった。また年齢と $\dot{V}O_2\text{max}$ /wtの影響を消去した偏相関でこ

Table 3 Correlation coefficients between $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ and blood lipids

	simple	p	partial	p ^{a)}
TC	-0.1267	NS	-0.0409	NS
TG	-0.1874	<0.05	-0.0332	NS
β L	-0.0818	NS	-0.0458	NS
HDL	0.1088	NS	0.0253	NS

^{a)} :Effect of %fat and age removed.

NS: not significant; other abbreviations as in Table 1 and 2.

Table 4 Correlation coefficients between %fat and blood lipids

	simple	p	partial	p ^{a)}
TC	0.0675	NS	0.0300	NS
TG	0.2885	<0.005	0.2187	<0.05
β L	0.1400	NS	0.0875	NS
HDL	-0.3284	<0.001	-0.3287	<0.001

^{a)} :Effect of $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ and age removed.

NS: not significant; other abbreviations as in Table 1 and 2.

Table 5 Correlation coefficients between age and blood lipids

	simple	p	partial	p ^{a)}
TC	0.4147	<0.001	0.3999	<0.001
TG	0.2284	<0.05	0.1760	NS
β L	0.3729	<0.001	0.3582	<0.001
HDL	0.0757	NS	0.1432	NS

^{a)} :Effect of %fat and $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ removed.

NS: not significant; other abbreviations as in Table 1 and 2.

Fig 1 Percentage distribution according to $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ status of subjects

Fig 2 Percentage distribution according to % fat status of subjects

Fig 3 Percentage distribution according to age status of subjects

これらの関係をみたところ、単相関と同様の結果が得られた。

Fig. 3 は被検者の年齢を20~60歳代まで、10歳ずつ5群に区分したものである。50歳代が最も多く、次いで40歳代と30歳代が多かった。

被検者の年齢と血中脂質との相関係数を Table 5 に示した。年齢は、TC、TG 及び β -L と有意な正の相関を示したが、HDL とは有意な相関を示さなかった。またこれらの関係を %fat と $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ の影響を消去した偏相関をみたところ、TC と β -L とは有意な正の相関を示したが、TG と HDL とは有意な相関を示さなかった。

IV 考察

被検者の $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ は、99.1% が 45 ml/kg·min 以下に分布しており、さらに 66.4% は 25~35 ml/kg·min に集中していた。また被検者の $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ の平均値が 29.6 ± 5.1 ml/kg·min であり、同年代の標準値が 26.3 ± 4.0 ml/kg·min¹⁹⁾ であることを考慮すると、本研究における被検者は、平均的日本人女性よりも有酸素性能力

においてやや勝っているとみてよいであろう。

筆者らは前報¹³⁾において、男性の $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ と血中脂質との関係について検討した。その結果、被検者には平均的日本人男性の $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ の値を示す者が多いにもかかわらず、%fatと年齢の影響を消去してもなお、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ とHDLとの間に有意な正の相関を認めた。

しかし、女性を対象とした本研究においては、%fatと年齢の影響を消去すると、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ は全ての血中脂質と有意な相関を示さなかった。これらの結果から考察すると、有酸素性能力が血中脂質に及ぼす影響については、性差があることが推察される。このことは女性に男性に比較してHDLが有意に高いことや²⁰⁾、男性クロスカントリースキーヤーは一般男性に比較してHDLが有意に高かったが、一般女性とは有意な差が認められなかったこと⁵⁾などからも推察される。また今野ら²¹⁾は、男性と女性を比較して、男性において血中脂質や拡張期血圧のいずれかに異常値を示した者の出現率を比較した場合、%fatの高い群が低い群よりも有意に高かったが、女性の場合はそうした傾向がみられなかったことや、肥満の原因は主に運動不足であると考えられることなどから、%fatの増加や運動不足が血中脂質に及ぼす影響は、男性に比較して女性の方が非常に小さいと思われると報告している。

次に有酸素性能力と血中脂質の関係についてみると、血中脂質は有酸素性能力の影響を受けるだけでなく、%fatや年齢の影響も受ける⁶⁻¹²⁾。本研究においても、%fatは年齢と $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ の影響を消去してもTGと有意な正の相関を示し、HDLと有意な負の相関を示した。また年齢は、%fatと $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ の影響を消去してもTC及び β -Lと有意な正の相関を示した。

女性の有酸素性能力と血中脂質の関係について検討した報告をみると、トレッドミルを用いて直接法あるいは最大下運動時の $\dot{V}O_2$ とHRから推定した $\dot{V}O_2\text{max}$ は、年齢、体重及び皮

脂厚の影響を消去するとTCとTGと有意な関係を示さなかったとする報告や¹¹⁾、目標HRに達するまでのトレッドミル走行時間や最大下運動時のHRはHDLと有意な関係を示さなかったとする報告²²⁾などもみられる。本研究の結果は、これらの成績を支持するものであった。

他方、最大トレッドミルテストの走行時間を6段階に区分した有酸素性能力は、年齢と体重の影響を消去してもTG、HDL及びTC/HDL比と有意な相関を認めたとする報告²³⁾もみられる。これらの研究結果が異なる原因には、対象の数や年齢それに身体活動量の違い、有酸素性能力を示す各種指標の測定方法の違い、血中脂質の測定方法や項目の違いなどが考えられる。

本研究の結果からすると、血中脂質に及ぼす影響は、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ よりも%fatや年齢の方がより強いように思われる。しかしこれらの分布を比較すると、%fatは正常(30%以下)から軽度(30~35%)、中度(35~45%)以上の肥満と判定²⁴⁾される者まで広く分布しており、また年齢においても壮年から中高年まで広く分布しているのに対して、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ は、平均的日本人女性よりもやや高いとはいえ、ほとんどが45ml/kg $\cdot$ min以下に分布している。従って、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ が68.8ml/kg $\cdot$ minと報告されている女子陸上長距離選手²⁵⁾などを被検者に加えると、 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ が、%fatや年齢と同程度の影響を血中脂質に及ぼす可能性が残されていることは否定できない。例えば、LaPorteら²⁶⁾は、脊髄損傷患者からマラソンランナーまでの身体活動の異なる7集団のHDLを測定した結果、それらの集団の平均値は27~61mg/dlまで分布しており、それらの違いは身体活動量の違いを反映していると述べている。

以上、女性の有酸素性能力と血中脂質の関係について検討したが、女性を対象としたこのような報告は、筆者らの知る限りでは極め

て少ない。そこで筆者らは、本稿で検討したような方法上の問題点を考慮した追加研究を、今後行っていきたいと考えている。

引用文献

- 1) Hartung GH, Foreyt JP, Mitchell RE, Vlasek, I, and Gotto, AM: Relation of diet to high-density lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers, and inactive men. *N. Engl. J. Med.* 302: 357~361, 1980.
- 2) Wood PD, Haskell WL, Stern MP, Lewis S and Perry C: Plasma Lipoprotein distributions in male and female runners. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 301: 748~763, 1977.
- 3) Wood PD, Haskell W, Klein H, Lewis, S. Stern MP and Farquhar JW: The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged male runners. *Metabolism*, 25 (11): 1249~1257, 1976.
- 4) Adner MM and Castelli WP: Elevated high density lipoprotein levels in marathon runners. *JAMA* 243 (6): 534~536, 1980.
- 5) Enger SC, Herbjornsen K, Erikssen J and Fretland A: High density lipoproteins (HDL) and physical activity: the influence of physical exercise, age and smoking on HDL-cholesterol and the HDL-/total cholesterol ratio. *Scand. J Clin. Lab. Invest.* 37: 251~255, 1977.
- 6) 村上寿利、進藤宗洋、田中宏暁、熊谷秋三、生田純男、佐々木淳: 冠動脈硬化性心疾患危険因子の判定手法としての推定最大酸素摂取量の有効性. *動脈硬化* 1(8): 1665~1673, 1988.
- 7) Lopez SA, Vial R, Ralart L and Arroyave G: Effect of exercise and physical fitness on serum lipids and lipoproteins. *Atherosclerosis*, 20: 1~9, 1974.
- 8) Skinner JS, Benson H, McDonough JR and Hames CG: Social status, physical activity, and coronary proneness. *J. Chron. Dis* 19: 773~783, 1966.
- 9) Shane SR: Relation between serum lipids and physical conditioning. *Am. J. Cardiology* 18: 540~543, 1966.
- 10) Melesis CA: Prediction of serum cholesterol. *Proceedings of the Convention of the American Association for Health Physical Education and Recreation*, 1969.
- 11) Montoye HJ, Block WD and Gayle R: Maximal oxygen uptake and blood lipids. *Chron. Dis.* 31: 111~118, 1978.
- 12) Montoye HJ, Block W, Keller JB and Willis PW: Fitness, fatness, and serum cholesterol: An epidemiological study of an entire community. *Res. Q.* 47(3): 400~408, 1978.
- 13) 今村裕行、皆吉正博、堀之内晶子、本多加代子、今井優、千々岩智香子、石黒久雄、小畑大吉、福岡博、忠田守喜、茶谷德行、濱田偉文、宮越一穂、松下起子: 成人男性の最大酸素摂取量と血中脂質の関係について. *日健診誌* (in press)
- 14) 千々岩智香子、今井優、今村裕行、本多加代子、皆吉正博、福岡博、石黒久雄: シンクロナイズド・スイミング選手のシーズンオフ中の身体組成、栄養摂取および血液性状について. *南大阪医学* 37(1): 117~122, 1989.
- 15) Åstrand PO and Ryhming I: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 7: 218~221, 1954.
- 16) 進藤宗洋、田中宏暁、田中守、山内美代子、佐藤陽彦: 運動生理学実験実習書. 福岡大学体育学部運動生理学研究室. P. 101, 1987.

- 17) Nagamine S & Suzuki S: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum. Biol.*, 36:8-15, 1964.
- 18) Brozek J, Grande F, Anderson JT and Keys A: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 110:113-140, 1963.
- 19) 中西光雄、岩崎義正、山本清洋、磯川正教、金本益男、佐久間春男、舛本直文、酒井誠、山崎秀夫、三宅紀子、舛北一郎：東京都立大学体育学研究室（編）：日本人の体力標準値第4版。不昧堂出版。東京、P.242, 1989.
- 20) 辻昌宏、村尾誠、井出肇、小林毅：高比重リポ蛋白(HDL) Cholesterolおよびphospholipids に影響を及ぼす諸因子についての検討—年齢、性、肥満および虚血性心疾患による影響—。日本老年医学会雑誌、17(6):17:639-17:646, 1980.
- 21) 今野道勝、若菜智香子、武谷裕：体脂肪率による肥満度の判定基準。体力科学 30:246-252, 1981.
- 22) Haskell WL, Taylor HL, Wood PD, Schrott H, and Heiss, G.: Strenuous physical activity, treadmill exercise performance and plasma high-density lipoprotein cholesterol. *Circulation*. 62 (suppl IV): IV-53~IV-61, 1980.
- 23) Gibbons LW, Blair SN, Cooper KH and Smith M: Association between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation*, 67(5):977-983, 1983.
- 24) 長嶺普吉：肥満の判定法。医学のあゆみ 101(5):404-409, 1977.
- 25) 山地啓司：エリートスポーツ選手の最大酸素摂取量の国際比較。体育の科学. 36(5):371-376, 1986.
- 26) LaPorte RE, Brenes G, Dearwater S, Murphy MA, Gauley JA, Dietrick R and Robertson R: HDL cholesterol across a spectrum of physical activity from quadriplegia to marathon running. *Lancet* 1:1212-1213, 1983.