

**短期間の監視型有酸素トレーニングが中年女子
肥満傾向者の形態、血圧、有酸素能力、
血清脂質に及ぼす効果**

管原 正志, 田原 靖昭, 西澤 昭, 田井村明博

**Effects of Short-Term Supervised Aerobic Training on
Body Composition, Blood Pressure, Aerobic Working
Capacity and Serum Lipids in Mildly
Obese Middle-Aged Women**

Masashi SUGAHARA, Yasuaki TAHARA, Shou NISHIZAWA
and Akihiro TAIMURA

Abstract

In this study, six mildly obese middle-aged women were trained at an exercise intensity of 75%HRmax three days a week for eight weeks, and whether this short-term supervised training has effects on the body measurement, respiratory and circulatory functions, and serum lipid profile was examined. The mean age, body height, body weight, and body mass index(BMI) of the six subjects were 42.9 years, 157.1 cm, 66.7 kg, and 127.2 kg/m², respectively. After eight weeks, the body weight decreased by 3.6 kg, and the %body fat by 4.5%. Both systolic and diastolic blood pressures were reduced. The heart rate during submaximal exercise decreased slightly, and the ventilation volume and oxygen intake increased. Among serum lipids, triglyceride, total cholesterol (T-C), and low density lipoprotein cholesterol decreased, and high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and HDL-C/T-C increased.

From these results, short-term training under complete supervision is considered to cause decreases in body fat and improvements in the respiratory and circulatory functions, and serum lipid levels in mildly obese middle-aged women, and to contribute to prevention of adult diseases.

I. はじめに

わが国の傷病統計によると成人病で死亡する割合が70%程度と最も多く、その中心疾患と脳血管疾患を合わせた脳心血管疾患の全死亡に占める割合は34%と高い¹⁾。心疾患のうち虚血性心疾患と脳血管疾患等の循環器系疾患の危険因子として高血圧や食事等が関与している事は、Yanoら²⁾によって明らかにされている。そして、日頃適度な運動を継続している者の循環器系疾患による死亡率が運動を実施しない者より低い事実^{3,4)}から、運動が循環器系疾患を予防することは知られており、理由として呼吸循環機能と脂質代謝の改善によるとされ、これまで数多くの報告がなされている。

本研究は、中年女子肥満傾向者を対象に短期間の減量を目的にした運動処方プログラムを実施し、短期間の監視型運動トレーニングが形態、呼吸循環器系と血清脂質にどのような効果を及ぼすかを観察した。

II. 研究方法

A. 対象者

対象者は、「中年女子肥満者のための減量及び運動処方」プログラム受講者で、すべての測定資料が揃った6名である。受講資格としては、肥満傾向で心臓や肺等の呼吸循環器系疾患のない健康な者とした。受講者には、前もってプログラムの目標、手順及び内容を理解出来るように実施要項を配布した。対象者6名の平均年齢は、 42.9 ± 8.4 歳、身長 157.1 ± 4.7 cm、体重 66.7 ± 8.8 kg、Body Mass Index (BMI) 27.2 ± 5.1 kg/m² (rangeは24.2~37.4)であった。また運動プログラムに参加した時点での運動実施状況は、週1回の軽スポーツ実施者2名の他は全く身体運動を実施していなかった。

B. 運動プログラム

運動プログラムの実施期間は2月1日より8週間、運動頻度は週3回行った。1回の運動は2時間で、プログラムの内容についてはTable 1に示した。最初にウォーミングアップを20分間実施し、次に前後10分間のウォーキングを挟んでジョギングを60分間行った。ジョギングの運動強度は心拍数を用いたアメリカスポーツ医学協会の算出基準⁵⁾により目標心拍数を75%HRmaxに設定し、各自で運動中定期的にチェックした。そしてプログラムの最後に20分間のクーリングダウンで終了した。全ての運動は、完全監視型で実施した。対象者は、毎回の運動前後の体重、心拍数そして血圧を各自記録した。さらに、運動量の指標として万歩計による歩数も同時に記録した。対象者には週3回の本運動プログラム以外にも自主的な運動を勧め、運動以外の習慣

的身体活動は続ける様に指導した。

Table 1 Aerobic training program.

Warming-up	Walking	Jogging	Walking	Cooling-down
20 min	→ 10 min	→ 60 min	→ 10 min	→ 20 min

C. 皮下脂肪厚、有酸素能力及び血清脂質測定

皮下脂肪厚、有酸素能力及び血清脂質の測定は、運動プログラム期間前後に実施した。皮下脂肪厚は、熟練した研究者1名によって栄研式キャリパーを用い8カ所を計測した。計測部位は、上腕部、背部、腹部、腸骨部、胸部、大腿部、膝部、腋下部であった。計測した上腕部及び背部の皮脂厚計測値から Nagamine and Suzuki⁶⁾ の式を用いて身体密度を求め、Brožek⁷⁾ の式により体脂肪率を求めた。

有酸素能力の測定は、自転車エルゴメータを用いた Submaximal の運動負荷試験で行った。ペダルの回転数は、メトロノームにあわせ50 rpm とした。負荷は3段階で行い、第1と第2段階の負荷は各5分間、第3段階の負荷は5分以上とした。運動負荷強度は心拍数を目安とし、第1段階では100-119 bpm、第2段階では120-139 bpm、第3段階では140-159 bpm とした。これら3段階の負荷値は、およそ180,450,720 kg·m/min に相当した。運動開始より15秒毎の換気量、酸素摂取量を連続呼気ガス分析器 (Aeromonitor AE-280, ミナト医科学) で記録し、第3段階の最後の1分間の値を有酸素能力とした。また心拍数は、日本光電レテメーターシステムで測定した。

血液検査のための採血は空腹状態で行い、トリグリセライド (TG)、総コレステロール (T-C)、高比重リポ蛋白コレステロール (HDL-C)、 β リポ蛋白分画定量による低比重リポ蛋白コレステロール (LDL-C) を測定し、HDL-C/T-C を算出した。

以上、得られた全ての数値は、各項目ごとに平均と標準偏差を算出し、平均値の差の検定は t 検定で行った。

III. 結 果

Table 2 に運動プログラム期間前後と期間中2週間毎の体重、血圧値の変化と運動中の万歩計での歩数を示した。体重は期間中減少し、運動プログラム期間後は期間前より平均で3.6 kg (減少率5.4%) の減量であったが統計的差異は認められなかった。期間中の運動量は、歩数が期間を通して10,000歩を越えていた。期間中の血圧は、収

Table 2 Mean values of physical measures in the 8-weeks aerobic training program.

Variable	Before trainig	1st period (2 weeks)	2nd period (4 weeks)	3rd period (6 weeks)	Final period (8 weeks)
Weight (kg)	66.7 ± 8.8	65.4 ± 8.9	65.1 ± 9.1	65.5 ± 10.1	63.1 ± 8.4
Systolic blood pressure (mmHg)	145.5 ± 14.4	133.7 ± 14.9	127.0 ± 13.1	121.5 ± 8.4**	121.0 ± 9.8**
Diastolic blood pressure (mmHg)	94.5 ± 10.8	83.0 ± 11.8	81.5 ± 10.1	79.3 ± 9.0*	79.0 ± 8.9*
Number of steps by pedometer	10173.5 ± 863.3	12776.2 ± 933.5	12031.6 ± 530.1	12210.5 ± 314.4	12604.0 ± 818.8

Values are mean±SD.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by t-test between before training and each period.

Table 3 Mean values of body composition in the 8-weeks aerobic training program.

Variable	Triceps (mm)	Scapula (mm)	Abdominal (mm)	Supra-iliac (mm)	Chest (mm)	Thigh (mm)	Knee (mm)	Midaxillary (mm)	Body fat (%)
Before training	29.7 ± 5.4	32.4 ± 9.2	35.5 ± 4.4	27.8 ± 5.9	22.3 ± 7.8	33.3 ± 5.0	23.1 ± 7.0	26.5 ± 6.7	39.7 ± 8.2
After training	25.6 ± 8.8	29.0 ± 8.9	29.7 ± 8.9	23.9 ± 8.9	19.4 ± 8.9	33.2 ± 8.9	22.1 ± 8.9	23.3 ± 8.9	35.2 ± 8.9

Values are mean±SD.

Table 4 Mean values of physiological responses during submaximal exercise in the 8-weeks aerobic training program.

Variable	Before training	After training
HR (beats/min)	157.8±13.0	155.8±7.3
V_E (l/min)	47.7± 6.6	56.6±5.6*
VO_2 (l/min)	1.54± 0.09	1.75±0.09**
VO_2 (ml/kg/min)	23.3± 1.7	28.0±2.1**

Values are mean±SD.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by t-test between before and after training.

縮期血圧、拡張期血圧ともに期間後半が前半と比べ収縮期血圧 ($p < 0.01$), 拡張期血圧 ($p < 0.05$) は有意な低下であった。Table 3 に運動プログラム前後の8カ所の皮下脂肪厚と体脂肪率の変化を示した。8カ所全てに減少が認められ、最も減少したのは腹部の5.8 mm (減少率16.2%) で、次いで上腕部4.1 mm (減少率13.7%), 腸骨部3.9 mm (減少率14.3%) の順であった。また体脂肪率は4.5% (減少率11.5%) 減少

Table 5 Mean values of serum lipids in the 8-weeks aerobic training program.

Variable	Before training	After training
TG (mg/dl)	123.5±36.0	79.0±25.7*
T-C (mg/dl)	226.8±37.6	173.7±31.8*
HDL-C (mg/dl)	43.3± 9.0	65.3±10.7**
LDL-C (mg/dl)	451.5±45.3	387.0±42.3*
HDL-C/T-C (%)	19.1± 6.2	37.6± 7.2**

Values are mean±SD.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by t-test between before and after training.

した。Table 4 は、運動プログラム前後の Submaximal 運動時の循環機能の変化を示した。運動プログラム前後を比較すると、換気量 (V_E , l/min) は前値 47.7 ± 6.6 に対し後値 56.6 ± 5.6 ($p < 0.05$)、酸素摂取量 (VO_2 , l/min) は前値 1.54 ± 0.09 に対し後値 1.75 ± 0.09 ($p < 0.01$)、体重当たり酸素摂取量 (VO_2 , ml/kg/min) は前値 23.3 ± 1.7 に対し後値 28.0 ± 2.1 ($p < 0.01$) と有意な増加であった。Table 5 は、運動プログラム前後の血清脂質の変化を示した。TG (mg/dl) は、前値 123.5 ± 36.0 に対し後値 79.0 ± 25.7 ($p < 0.05$)、T-C (mg/dl) は、前値 226.8 ± 37.6 に対し後値 173.7 ± 31.8 ($p < 0.05$)、LDL-C (mg/dl) は、前値 451.5 ± 45.3 に対し後値 387.0 ± 42.3 ($p < 0.05$) といずれも減少した。一方 HDL-C (mg/dl) は、前値 43.3 ± 9.0 に対し後値 65.3 ± 10.7 ($p < 0.01$) と増加し、そして HDL-C/T-C (%) は、前値 19.1 ± 6.2 に対し後値 37.6 ± 7.2 ($p < 0.01$) であった。

IV. 考 察

身体運動トレーニングは、生化学的效果として脂質エネルギー代謝を高める事⁸⁾ や基礎代謝が亢進⁹⁾ し、結果として体重すなわち体脂肪量が減少するが、本運動プログラムでも体脂肪の減少率が体重の減少率を上回っていた。運動プログラム期間中は栄養指導を行わなかったが、短期間でも体脂肪の減少が見られたのは対象者が肥満傾向者であったのと、本運動プログラムが脂肪消費を促進させたものと思われる。軽い運動が高血圧者の血圧を下げる効果のある事は、これまで報告^{10, 11, 12, 13, 14)} され、その運動強度が $50 \sim 70\% VO_2max$ の範囲で降圧効果が認められることを Arakawa¹⁵⁾ が明らかにしている。本運動プログラムでは、運動強度 $75\% HRmax$ で週 3 日、8 週間の運動トレーニングであったが収縮期血圧、拡張期血圧共に有意に低下した。高血圧者に対するの運動強度は、不慮の事故に対する予防の観点より低く抑えられるべきである事は言うまでもないが、本対象者は平均的に境界型高血圧者であったものの、治療中

の者はいなかった。本運動プログラムと同程度の運動強度と頻度，期間で高齢者女性に有意な降圧効果が Whitehurst ら¹⁶⁾によっても認められている。運動による降圧効果は，交感神経活動の減少^{17, 18, 19)}，血管拡張物質の増加¹⁵⁾，血管抵抗の減少¹⁹⁾などによると思われる。

運動トレーニングにより有酸素能力が改善される事^{20, 21)}は明らかであるが，理由として骨格筋でのミトコンドリアによる酸化能力の改善²²⁾がある。本運動プログラムでも Submaximal 運動時の換気量，酸素摂取量は有意に増加し，これは換気系，酸素輸送系，酸素取り込み系の改善によるものと推測される。また，心拍数が運動トレーニング前後でほぼ同じであったにもかかわらず換気量，酸素摂取量は増加している事は，同一絶対運動強度での相対強度の低下につながった事を物語っている。

本運動プログラムでは，TG，T-C，HDL-C，LDL-C への効果が認められた。血清脂質は，習慣性運動²³⁾，マラソン²⁴⁾，ハイキング²⁵⁾で低下する事が知られている。また Thompson ら²⁶⁾は，運動強度80%HRmax で8ヶ月の運動トレーニングで3ヶ月以降に血清 TG が減少した事，同様に鈴木ら²⁷⁾は，中高年肥満傾向者を20ヶ月，週2回の運動トレーニングで TG の減少を認めている。いずれも比較的長期間の運動であるが，北嶋ら²⁸⁾は運動強度60%VO₂max で10週間，週3回の短期運動トレーニングでも TG は有意に減少する事を報告している。TG が運動トレーニングによって減少するのは，TG がエネルギー源として利用され²⁹⁾，その機序として循環血液量の増加による末梢組織での TG クリアランスの亢進や血管壁 lipoprotein lipase 活性の増加が TG の分解を促進する事による³⁰⁾。HDL-C が冠動脈性心疾患の危険因子であることは Framingham Study で Gordon ら³¹⁾が報告しており，運動トレーニングは，抗動脈硬化因子である HDL-C を増加させ，動脈硬化促進因子である LDL-C を減少させる効果がある^{32, 33)}。本運動プログラムでは，HDL-C の増加，LDL-C の減少が認められた。運動が HDL-C を増加させるには短期間の運動では比較的強い運動強度^{34, 35)}が必要であり，長期間の運動では弱い運動強度²⁷⁾で十分と思われる。HDL-C は T-C の一部を構成しており HDL-C/T-C として評価すると有意に増加していた。運動による T-C の減少は，TG 同様に運動のエネルギー源として消費されている可能性のある事が動物実験で Mallinow ら³⁶⁾が示唆している。血清脂質は，飲酒や喫煙などによって変動³⁷⁾するが，本対象者は飲酒や喫煙の習慣はなかった。また，閉経期前後の女子には性ホルモンが影響し血中脂質が増加するが，閉経後女子に対しての運動トレーニングが最大酸素摂取量と HDL-C/T-C を有意に増大させ心血管系疾患の予防効果があった²⁶⁾との報告がある。事実，本対象者の2名は閉経後であったが血清脂質の傾向は他の4名と同様であった。

以上の結果から，中年女子肥満傾向者に対し75%HRmax の運動強度で運動トレー

ニングを短期間完全監視型で実施し体脂肪の減少と呼吸循環機能, 血清脂質の改善が認められた事は, 成人病の予防に資するものと思われる。

V. 要 約

本研究は, 6名の健康な中年女子肥満傾向者を対象に運動強度75%HRmaxで週3日, 8週間の運動プログラムを実施し, 短期間の監視型運動が形態, 呼吸循環器系と血清脂質に効果を及ぼすかを観察した。期間中の運動量を歩数で見ると, 期間を通して10,000歩を越えていた。6名の被験者の各平均値は, 年齢42.9歳, 身長157.1 cm, 体重66.7 kg, BodyMass Index 27.2 kg/m²であった。

体重は, 運動プログラム期間後は期間前より平均で3.6 kg (減少率5.4%) の減量であったが統計的差異は認められなかった。また, 8カ所の皮下脂肪厚全てに減少が認められ最も減少したのは腹部の5.8 mm, 次いで上腕部4.1 mm, 腸骨部3.9 mmであった。そして体脂肪率は4.5% (減少率11.5%) 減少した。運動トレーニングにより脂質エネルギー代謝を高め, 体脂肪量の減少率を大きくしたものと思われる。

血圧は, 収縮期血圧, 拡張期血圧ともに期間後半に有意な低下をし, 本運動プログラムの運動強度と頻度, 期間で降圧効果が認められた。

運動プログラム前後の Submaximal 運動時の換気量, 酸素摂取量と体重当たり酸素摂取量は有意に増加し, これは換気系, 酸素輸送系, 酸素取り込み系の改善によるものと推測され, 同一絶対運動強度での相対強度の低下につながった事を物語った。

運動プログラム前後の TG, T-C, LDL-C は, 有意に減少し, 逆に HDL-C, HDL-C/T-C は, 有意に増加し, 運動トレーニングは, 抗動脈硬化因子である HDL-C を増加させ, 動脈硬化促進因子である LDL-C を減少させる効果があった。

以上の結果から, 短期間完全監視型運動トレーニングは, 中年女子肥満傾向者の体脂肪の減少と呼吸循環機能, 血清脂質の改善効果が認められ, 成人病の予防に資するものと思われる。

文 献

- 1) 国民衛生の動向, 厚生指標 (臨), 42 (9), 50, 1995.
- 2) Yano, K., McGee, D. and Reed, M. D. The impact of elevated blood pressure upon 10-year mortality among Japanese men in Hawaii, The Honolulu Heart Program, J. Chron. Dis., 36, 569-579, 1983.
- 3) Blair, S. N., Kohl, H. W. III., Paffenbarger, R. S. J., Clark, D. G., Cooper, K. H. and Gibbons, L. W. Physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of health men and women, JAMA, 262, 2395-2401, 1989.

- 4) Paffenbarger, R. S. J., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I., Jung, D. L. and Kampert, J. B. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men, *N. Engl. J. Med.*, **328**, 538-545, 1993.
- 5) アメリカスポーツ医学協会編, 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳. 運動処方への指針 (原著第3版), 40-42, 南江堂, 東京, 1989.
- 6) Nagamine, S. and Suzuki, S. Anthropometry and body composition of Japanese young men and women, *Hum. Biol.*, **36**, 8-15, 1964.
- 7) Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T. and Keys, A. Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 113-140, 1963.
- 8) Despres, J. P., Bouchard, C., Savard, R., Tremblay, A., Marcotte, M. and Theriault, G. The effect of a 20-week endurance training program on adipose tissue morphology and lipolysis in men and women, *Metabolism*, **33**, 235-239, 1984.
- 9) Shinkai, S., Watanabe, S., Kurokawa, Y., Torii, J., Asai, H. and Shephard, R. J. Effects of 12 weeks of aerobic exercise plus dietary restriction on body composition, resting energy expenditure and aerobic fitness in mildly obese middle-aged women, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **68**, 258-265, 1994.
- 10) Hanson, J. S. and Nedde, W. H. Preliminary observations on physical training for hypertensive males, *Circ. Res.*, **27** (Suppl. 1), 49-53, 1970.
- 11) Krotkiewski, M., Mandroukas, K., Sjostrom, L., Sullivan, L., Wettergvist, H. and Bjorntorp, P. Effects of long-term physical training on body fat, metabolism, and blood pressure in obesity, *Metabolism*, **28**, 650-658, 1979.
- 12) Roman, O., Camuzzi, A. L., Villalon, E. and Klenner, C. Physical training program in arterial hypertension. A long-term prospective follow-up, *Cardiology*, **67**, 230-243, 1981.
- 13) de Vries, H. A. Physiological effects of an exercise training regimen upon men aged 52 to 88, *J. Gerontol.*, **25**, 325-336, 1970.
- 14) Spina, R. J., Ogawa, T., Wendy, O., Wade, H., Martin, W. H., Holloszy, J. O. and Hong, H. Differences in cardiovascular adaptations to endurance exercise training between older men and women, *J. Appl. Physiol.*, **75**, 849-855, 1993.
- 15) Arakawa, K. Antihypertensive mechanism of exercise, *J. Hypertens.*, **11**, 223-229, 1993.
- 16) Whitehurst, M. and Menendez, E. Endurance training in older women: Lipid and lipoprotein responses. *The Physician and Sportsmedicine*, **19** (6), 95-104, 1991.
- 17) 吉武裕. 持久性トレーニングによる最大下運動時の血中乳酸, 血漿ノルアドレナリン, 心拍数, および収縮期血圧への影響, *日衛誌*, **45**, 971-979, 1990.
- 18) Ehsani, A. A., Heath, G. W., Martin, III, W. H., Hagberg, J. M. and Holloszy, J. O. Effects of intense exercise training on plasma catecholamine in coronary patients, *J. Appl. Physiol.*, **57**, 154-159, 1984.
- 19) 野地有子, 鈴木洋児, 柳堀朗子, 青木和夫, 郡司篤晃. 高血圧の一次予防に関する研究, (1) 運動時の血圧応答の評価と運動習慣の効果, *日衛誌*, **48**, 612-621, 1993.
- 20) Saltin, B., Nazar, K., Costill, D. L., Stein, E., Jansson, E., Essen, B. and Gollnick, P. D. The nature of the training response; Peripheral and central adaptations to one-legged exercise, *Acta Physiol. Scand.*, **96**, 289-305, 1976.
- 21) Schener, J. and Tipton, C. M. Cardiovascular adaptations to physical training, *Annu. Rev. Physiol.*, **39**, 221-251, 1977.
- 22) Holloszy, J. O. and Booth, F. W. Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle, *Ann. Rev. Physiol.*, **38**, 273-291, 1976.
- 23) 小宮秀一. 歩行による6カ月間の非監視型肥満治療の効果, S63文部省科学研究費補助金 (一般研究A) 研究成果報告書, 37-46, 1989.
- 24) Kantor, M. A., Cullinane, E. M., Herbert, P. N. and Thompson, P. D. Acute increase in lipoprotein lipase following prolonged exercise, *Metabolism*, **33**, 454-457, 1984.

- 25) Faber, M., Benade, A. J. S., Celliers, C. and Marais, M. Changes in plasma lipoprotein levels during a hiking expedition in South America, *Int. J. Sports med.*, **13**, 279-284, 1992.
- 26) Thompson, P. D., Cullinane, E. M., Sady, S. P., Flynn, M. M., Bernier, D. N., Kantor, M. K., Saritelli, A. L. and Herbert, P. N. Modest changes in high-density lipoprotein concentration and metabolism with prolonged exercise training, *Circulation*, **78**, 25-34, 1988.
- 27) 鈴木石松, 永谷照男, 町田望, 陳全寿, 伊藤朗. 長期トレーニングが中高年肥満傾向者の体格, 循環機能及び血清脂質に及ぼす影響, *日衛誌*, **50**, 1047-1056, 1996.
- 28) 北嶋久雄, 江崎利昭, 田中新治郎, 久永義治, 江口闊. 座業的閉経女子の HDL コレステロール並びに有酸素の作業能に関する完全監視型有酸素のトレーニングによる改善, *体力研究*, **75**, 40-47, 1990.
- 29) Young, D. R., Shapira, J., Forrest, R., Adachi, R. R., Lim, R. and Pelligra, R. Model for evaluation of fatty acid metabolism for man during prolonged exercise, *J. Appl. Physiol.*, **23**, 716-725, 1967.
- 30) Sady, S. P., Thompson, P. D., Cullinane, E. M., Kantor, M. A., Komagala, E. and Herbert, P. N. Prolonged exercise augments plasma triglyceride clearance, *JAMA*, **256**, 2552-2556, 1986.
- 31) Gordon, T., Castelli, W. P., Hjortland, M. C., Kannel, W. B. and Dawber, T. R. High density lipoprotein as a protective factor against coronary heart disease: The Framingham Study, *Am. J. Med.*, **62**, 707-714, 1977.
- 32) Nikkila, E. A., Taskinen, M. R., Rehunen, S. and Harkonen, M. Lipoprotein lipase-activity in adipose tissue and skeletal muscle of runners; Relation to serum lipoproteins, *Metabolism*, **27**, 1661-1671, 1978.
- 33) Schwartz, R. S., Cain, K. C., Shuman, W. P., Larson, V., Stratton, L. J., Beard, J. C., Kahn, S. E., Cerqueira, M. D. and Abrass, I. B. Effect of intensive endurance training on lipoprotein profiles in young and older men, *Metabolism*, **41**, 649-654, 1992.
- 34) Stein, R. A., Michielli, D. W., Glantz, M. D., Sardy, H., Cohen, A., Goldberg, N. and Brown, C. D. Effects of different exercise training intensities on lipoprotein cholesterol fractions in healthy middle-aged men, *Am. Heart. J.*, **119**, 277-283, 1990.
- 35) Gordon, P. M., Goss, F. L., Visich, P. S., Warty, V., Denys, B. J., Metz, K. F. and Robertson, R. J. The acute effects of exercise intensity on HDL-C metabolism, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **26**, 671-677, 1994.
- 36) Mallinow, M. R., Mclaughlin, P. and Perley, A. The effect of muscular contraction on cholesterol oxidation, *J. Appl. Physiol.*, **25**, 733-735, 1968.
- 37) Toyoshima, H., Miyanishi, K., Hayashi, S., Tanabe, N., Tanaka, Y., Hashimoto, S. and Fujiwara, M. Comparison of effects of daily physical activity, obesity, and alcohol drinking and cigarette smoking habits on serum levels of high density lipoprotein cholesterol and apolipoprotein A-1 among school-children and their parents, *Jpn. J. Epidemiol.*, **2**, 13-20, 1992.

(1996年4月15日受理)