長期間に及ぶ軽強度の有酸素的トレーニングと運動中止が有病高齢者の
血清脂質及び脂質蛋白質に及ぼす影響について

本 山 貢* 角南良幸* 木下藤寿* 入 江 尚**
佐々木 淳*** 清 永 明* 田中宏暁* 進藤宗洋*

THE EFFECTS OF LONG-TERM LOW INTENSITY AEROBIC
TRAINING AND THE CESSATION OF TRAINING
ON THE SERUM LIPID AND LIPOPROTEIN
CONCENTRATIONS IN OLDER PATIENTS

MITSUGI MOTOYAMA, YOSHIYUKI SUNAMI, HUIHISA KINOSHITA,
TAKASHI IRIE, JUN SASAKI, AKIRA KIYONAGA,
HIROAKI TANAKA and MUNEHICO SHINDO

Abstract

The effects of long-term low intensity aerobic training and detraining on serum lipid and lipoprotein concentrations were examined in 10 older patients suffering from hypertension and coronary heart disease. Training was carried out for 30 minutes 3~6 times a week for a mean of 17.1 months using a treadmill with the intensity level set at the blood lactate threshold (LT).

Following this training both LT and the serum HDL-c increased significantly ($P<0.001$, $P<0.01$, respectively) after 6 months while the TC/HDL-c ratio decreased significantly ($P<0.001$) only after 1 month and stabilized at a steady favorable value throughout the remainder of the study. The serum TC, TG and LDL-c did not change significantly by the end of the training period. There was a significant negative correlation between the initial TC/HDL-c level and the change in the TC/HDL-c level at 1 month after training ($r=-0.71$, $P<0.02$). Only 1 month after the detraining the HDL-c decreased significantly while the TC/HDL-c increased in comparison with the final training value ($P<0.001$, $P<0.05$, respectively) and then returned to the pre-training levels.

In conclusion, these results suggest that long-term low intensity aerobic training could improve the profile of the serum lipid and lipoprotein concentrations in older patients. However, these results might depend on such factors as a low HDL-c level, a high TG level, the length of the exercise period, or the frequency per week and the age of the patient, while the cessation of such training quickly returned the profile to that of pre-training levels.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1994, 43 : 434~442)

key words : Older patients, Low intensity training, Lactate threshold, Serum lipids, lipoprotein profiles

*福岡大学体育学部運動生理学研究室
〒814-01 福岡市城南区七隈8-19-1

**入江内科循環器科医院
〒812 福岡市東区箱崎3-32-11

***福岡大学医学部第二内科
〒814-01 福岡市城南区七隈7-45-1

Department of Exercise Physiology, School of Physical Education,
Fukuoka University, Nanakuma, Jyonan-ku, Fukuoka-city 814-01
Irie Clinic for Internal Medicine and Circulatory Organs,
Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka-city 812

The Second Department of Internal Medicine, School of Medicine,
Fukuoka University, Nanakuma, Jyonan-ku, Fukuoka-city 814-01

I. は じ め に

高齢者に対して血清脂質異常が冠動脈硬化性疾患の危険因子となるか否かについて興味があるところであるが、最近、疫学的調査では中年者同様に65歳以上の高齢者にも血清脂質異常が冠動脈硬化性疾患の危険因子となることが報告されている^{2,4,6,27)}。特に Zimetbaum ら²⁷⁾は75~85歳の高齢者を10年間追跡した結果、心筋梗塞発症と最も関係が深かったのは男女共に高比重リポタンパクコレステロール (HDL-c) の低値と特に女性は低比重リポタンパクコレステロール (LDL-c) の高値であったとしている。すなわち高齢者においても抗動脈硬化因子である HDL-c を高く、LDL-c を低く維持することは大切なことを示唆している。ところで運動の継続は高齢者に対しても HDL-c を高め、トリグリセライド (TG) や LDL-c を低値に維持することは良く知られている^{19,23)}。しかし、運動により血清脂質の改善効果を認めたとする多くの報告は共通して運動強度が高く、軽強度では効果が認められないとしている^{20,26)}。しかしながら実際に高齢者を勧めるに当たり強い強度では、安全性や継続性に問題があり、特に有病者には推奨できるとは言いがたい。そこで我々は 50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 強度に相当する LT (Lactate Threshold) 強度でのトレーニングを長期間実施した結果、この軽強度の運動でも HDL-c が改善することを示唆し、LT 強度を指標とした運動が高齢者に安全で効果的な運動であることを報告した¹⁵⁾。しかし、こうした運動の効果が運動中止によりどのような変化を示すかについて検討した報告は見当たらない。

そこで本研究では、65歳以上の有病高齢者を対象として、LT を運動強度とした軽強度で定量的な運動療法を9カ月間以上の長期間実施し、その後の運動中止 (detraining) が血清脂質及び脂質蛋白質に及ぼす影響について検討することを目的とした。

II. 方 法

A. 対 象

被検者はI病院の外来通院患者のうち特に日常生活の中で定期的な運動を行っていない高齢者66歳から82歳までの男性3名、女性7名の計10名である。平均年齢と標準偏差は74.2±4.6歳で、被検者全員が高血圧症に罹患しており、そのうち3名は糖尿病、3名が陳旧性心筋梗塞、また糖尿病と陳旧性心筋梗塞の両方の病歴を罹患している者は2名であった。また全員がカルシウム拮抗剤、抗狭心剤、アンギオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害剤、 β 遮断剤、 $\alpha\beta$ 遮断剤のいずれかを病状に合わせて投与していた。しかし、脂質改善を目的とした薬剤を内服している者はいなかった。観察期間 (トレーニング開始からトレーニング中止1カ月後まで) はもとより観察期間の少なくとも1年以上前から被検者への投薬の種類、量は変更していない。また、被検者が観察期間中に食生活や生活様式を変えることのないように指導した。

B. 運動強度の決定法

トレーニングの運動強度決定は、フクダ電子社製トレッドミル (MAT-2500) を用い、傾斜を0%に固定して初期スピードを30m/分として4分毎に2分間の休息をはさみ、分速10m漸増する間欠的多段階負荷試験を実施した。そして乳酸測定のための各ステージ終了直後に、耳朶より末梢血を20 μ l キャピラリー (Durmond 社製) で採血した。そして直ちに血球破壊し、磷酸緩衝液で10倍に希釈後、固定化酵素を用いた化学発光法で分析した (島津生化学分析装置 CL-760)。分析は各サンプル2回行い平均値を代表値とした。またこの負荷試験の中止基準は、アメリカスポーツ医学会の運動処方指針¹⁾を基準とした。また負荷試験中は心電図12誘導をモニターし、血圧は各負荷終了1分前を測定した。そして負荷強度 (スピード) と血中乳酸濃度との関係曲線から、乳酸が非直線的に増加し始める点 (LT) を目視により求め、トレーニング強度とした。また、常に LT 強度に相当する負荷になるよう3~6カ月後に再検査を行ないトレーニング負荷の変更を行なった。

C. 形態測定

形態の特徴は Body Mass Index (BMI) と体脂肪率 (%Fat) を用いた。体脂肪率の算出は皮下脂肪厚 (右上腕背側部と右肩甲骨下部) の 2 部位の合計値を Nagamine ら¹⁶⁾の推定式に代入して体密度を求め、更にこの値を Brozek ら⁵⁾の式に代入して求めた。

D. 採血及び測定値の決定

採血は 8 時間以上の絶食後、早朝空腹時に肘静脈より採取し、トレーニング前 (Pre-Training), 1, 3 カ月後に、そしてそれ以後は 3 カ月毎に採血を行った。また、トレーニングを中止した日から 1 カ月後 (Detraining) に再度採血を行った。総コレステロール (TC), トリグリセライド (TG) は酵素法, HDL-c はヘパリンマンガン沈澱法により測定した。LDL-c は Friedewald の式⁸⁾により算出し、動脈硬化指数には TC/HDL-c 比を採用した。

トレーニング後 (Post-Training) の測定値は最もトレーニングを継続できた月の値を用いた。また、Detraining の値はトレーニングを中止して 1 カ月後に採血を行った値を採用した。

E. トレーニング方法

トレーニングはトレッドミルを用い、LT 強度に相当するスピードで 1 日 30 分、週 3 ~ 6 回 (平均値 ± 標準偏差: 5.4 ± 1.3 回), 平均 17.1 ± 9.8 カ月間 (9 ~ 32 カ月間) 循環器専門医師と運動生理学の専門家の管理下で実施した。

F. 統計処理

統計処理は、身体的特徴の前後比較を T-Test を用い、それ以外のトレーニング前中後及びトレーニング中止 1 カ月後の比較は Repeated Measures Analysis of Variance で $P < 0.05$ の場合に Tukey-Kramer Multiple Comparisons Test を用いた。また、値は全て平均値と標準偏差で示し、 $P < 0.05$ を有意とした。

III. 結 果

被検者の身体的特徴の変化を表 1 に示した。平均トレーニング期間 17.1 カ月後、体重、除脂肪体重 (LBM), %fat, 体脂肪量, BMI の全ての項目において有意な変化は認められなかった。

LT スピードの変化を図 1 に示した。Pre-Training 時の平均 LT スピードは分速 49.2 ± 12.0 m から 6 カ月後には 54.2 ± 12.4 m と有意に増加し ($P < 0.05$), また Post-Training 時には 58.2 ± 15.2 m へと有意に増加した ($P < 0.001$)。

Table 2 に血清脂質と脂質蛋白質の変化を示した。HDL-c は Pre-Training に比べ Post-Training で有意に増加した ($P < 0.01$)。しかし、Detraining では Post-Training に比べて有意に低下し ($P < 0.001$)、初期値に戻っていた。TC/HDL-c は Pre-Training に比べ Post-Training で有意に低下したが ($P < 0.001$)、Detraining では Post-Training に比べて有意に増加し ($P < 0.05$)、HDL-c 同様に初期値に戻っていた。しか

Table 1. Training effects on physique

Variable	pre training	post training (17.1 ± 9.8)	mean difference (%)	P value
Age (years)	74.2 ± 4.6	76.4 ± 5.0	—	
Height (cm)	150.0 ± 10.3	—	—	
Weight (kg)	58.5 ± 13.5	57.8 ± 13.2	-1.14	ns
Fat (%)	26.7 ± 7.0	25.7 ± 6.6	-2.98	ns
Fat (kg)	15.4 ± 5.2	14.7 ± 4.4	-4.05	ns
Lean Body Mass (kg)	43.3 ± 12.0	43.2 ± 12.0	-0.52	ns
Body Mass Index ([kg/m ²] × 10 ³)	25.7 ± 3.46	25.4 ± 3.17	-1.17	ns

Values are given as mean ± SD., ns : not significant

%Fat, Fat (kg), and Lean Body Mass was estimated from skinfold thickness

し、TC, TG, LDL-c はトレーニングにより有意な変化を認めなかった。また、Detraining によっても有意な変化を認めなかった。

Fig. 2 に Pre-Training, 1, 3, 6, 9 カ月及び Post-Training, Detraining 時の HDL-c の経時的変化を示した。その結果、Pre-Training に比べて 1 カ月、3 カ月後には有意な増加を認めなかったが、6 カ月、9 カ月後には有意に増加した（それぞれ $P<0.05$, $P<0.01$ ）。

Fig. 3 に HDL-c 同様 TC/HDL-c の経時的変化を示した。TC/HDL-c は Pre-Training に比べ 1 カ月後には有意な低下を示し（ $P<0.01$ ），それ以後も低値を維持していた。

Fig. 4 に HDL-c の初期値と Post-Training 時の HDL-c の変化量との関係を示した。その結果、相関関係は認められなかったが HDL-c の初期値

Fig. 1. Changes in the LT speed following aerobic training.

※ : $P<0.05$, ※※※ : $P<0.001$ compared to pre-training.

Table 2. The effect of aerobic training and detraining on the serum lipid and lipoprotein profiles in older patients

	pre-training	post-training	detraining
TC (mg/dl)	205±32	201±18	192±26
TG (mg/dl)	182±78	146±52	162±87
HDL (mg/dl)	46±9	56±9※※	45±7##
LDL (mg/dl)	122±27	117±16	119±20
TC/HDL	4.6±1.0	3.8±0.8※※※	4.3±0.7#

※※ : $P<0.01$, ※※※ : $P<0.001$ compared to pre-training

: $P<0.05$, ## : $P<0.001$ compared to post-training

All values are the mean±standard deviation.

Fig. 2. Changes in the HDL-c following aerobic training and detraining.

※ : $P<0.05$, ※※ : $P<0.01$ compared to pre-training.

: $P<0.001$ compared to post-training.

Fig. 3. Changes in the TC/HDL-c following aerobic training and detraining.

※※ : $P<0.01$, ※※※ : $P<0.001$ compared to pre-training.

: $P<0.05$ compared to post-training.

Fig. 4. The correlation between the initial HDL-c level and changes in the post HDL-c following a mild aerobic training.

Fig. 5. The correlation between the initial TC/HDL-c level and changes in the TC/HDL-c following 1 month of training. A significant correlation between the initial TC/HDL-c level and the change in the TC/HDL-c level following 1 month of training was observed.

が低いほど変化量が多い傾向を認めた ($r = -0.56$, $P < 0.09$).

Fig. 5 は TC/HDL-c の初期値と Training 1 カ月時の TC/HDL-c の変化量との関係を示した。その結果, TC/HDL-c の初期値が高値ほど大きな低下を示した ($r = -0.71$, $P < 0.02$).

IV. 考 察

本研究では, 65歳以上の有病高齢者を対象として LT 強度に相当する運動を長期間実施した結果, 有酸素的作業能の有意な改善, HDL-c の有意な上昇と TC/HDL-c の有意な低下を認めた。また, 長期間の運動継続にもかかわらず1カ月間

の運動中止により HDL-c, TC/HDL-c は初期値に戻っていた。

健常な高齢者を対象とした横断的研究では, 運動群は非運動群に比べて TG, LDL-c, TC/HDL-c は低く, HDL-c は高いとする報告ではば一致している^{19,23)}。また縦断的研究を行った Seals ら²⁰⁾ は健常な高齢者 (63 ± 1 歳) を対象として1日約30分, 週3回, 12カ月間行い, 最初の6カ月間は 60%HRmax 強度の運動を, その後の6カ月間は 80~90%HRmax 強度の運動を実施した結果, 60%HRmax 強度では血清脂質に変化を認めなかったが, 80~90%HRmax と強い強度では HDL-c は有意に増加し, TG, TC/HDL-c は有意な低下を示したとしている。同様に Whitehurst ら²⁶⁾ は健常な高齢者 (69 ± 5.4 歳) を対象として 70~80%HRmax 強度の運動を1日約30分, 週3回実施した結果, 約2カ月後には有意に HDL-c が上昇し, TG は低下を示している。また高齢者ではないが, 心臓疾患者を対象とした Hartung ら¹⁰⁾ の報告においても 70% $\dot{V}O_{2\max}$ 強度とかなり強い強度のトレーニングでは HDL-c は有意に増加したと報告している。このように疾病の有無や年齢にかかわらず運動強度が高いほど血清脂質に改善が認められそうである。しかし, 本研究で用いた LT 強度は Seals ら²⁰⁾ の用いた Low-Intensity に相当する低い強度にもかかわらず HDL-c の改善が認められた。

本研究では LT 強度の運動がリポタンパク質の代謝上どのような影響をもたらしているかについてのメカニズムは明らかにすることはできなかった。しかし, 持久的な運動は脂肪組織や筋肉組織におけるリポタンパクリパーゼ (LPL) 活性を高めること^{11,17,18)}, さらに LCAT (lecithin cholesterol acyltransferase) 活性²⁴⁾ を高めることにより HDL-c を高めていると考えられている。LPL や LCAT 活性の反応は 70~80% $\dot{V}O_{2\max}$ 強度と強い強度はもちろん, 50% $\dot{V}O_{2\max}$ 強度の運動においても同様に高まることが報告されている^{24,25)}。このようにメカニズムから考えると, 本研究で用いた低い強度の運動でも HDL-c の改善が認められても不思議ではない。従来, 血清脂質改善に最

も寄与する要因に運動強度があげられているが^{20, 26)}、他の運動量や初期の血清脂質水準などの要因も寄与している可能性を考えなければならない。

Lavie ら¹³⁾は 237 名の 32 歳～82 歳の心臓病患者を対象にして週 1～3 回、30～40 分、12 週間、75～85% $\dot{V}O_2$ max 強度で実施した結果、TC、TG、LDL、LDL/HDL-c は有意に低下し、HDL-c は有意に増加を認めている。そして、HDL-c を増加させる因子を重回帰分析した結果、最も関係があったのはトレーニング前の HDL-c レベルが低いこと、次に TG レベルが高いことまた年齢が高いほど効果があったと報告している。本研究では循環器代謝系の疾患を持った被検者であったことから、トレーニング前の HDL-c レベルはかなり低かったことや TG が高値であったことまた年齢が高齢であったことが低い強度の運動でありながらも HDL-c を有意に高めた原因の一つと考えられる。また角南ら²²⁾は高齢者を対象に 50% $\dot{V}O_2$ max 強度でトレーニングを行い、HDL-c を高めるために最も関与している因子を Stepwise Multiple Regression Analysis を用いて検討した結果、週当たりの運動時間が最も関与していたと報告している。本研究の運動時間は週当たり約 150 分で Seals ら²⁰⁾の低い強度では HDL-c が変化を認めなかったとする報告に比べて多い。また週当たりの頻度も平均で 5 回と多い。すなわち、運動強度以外に HDL-c や TG の初期レベル、週当たりの運動時間や運動頻度の関与も重要な因子であろうと考えられる。

本研究では 6 カ月後に HDL-c は平均で 54 mg/dl に有意に増加した以後はプラトーの状態を維持していた。すなわち、到達できる HDL-c 水準は運動強度、週当たりの運動時間、頻度によりほぼ決定されるのではないかと考えた。また、本研究では TC/HDL-c は 1 カ月後の早期に有意な低下を示した。しかし、HDL-c や TC/HDL-c を安定して良好な状態に維持するためには本研究と同様な方法であれば運動開始して 6 カ月間程度は必要ではないかと考えられた。

また本研究では HDL-c の初期値とトレーニングにより到達した HDL-c の変化量との関係を見

てみると、HDL-c 初期レベルが低いほど HDL-c の変化が大きい傾向が示唆され、また TC/HDL-c の初期値とトレーニングにより到達した TC/HDL-c の変化量との関係から TC/HDL-c の初期レベルが高いほどトレーニング効果が大きいことが示唆された。Urata ら²⁵⁾は本研究と同じ運動強度で週 3 回、1 日 60 分のトレーニングを 10 週間実施した結果、HDL-c の初期値が低いほどトレーニング効果はなかったと報告し、本研究と全く相反する結果であった。しかし、Urata ら²⁴⁾の実施した期間に相当する本研究の 3 カ月時の変化を見てみると有意な相関関係は認められず、長期間の実施によって初めてこうした結果が認められたと考えられる。すなわち初期の HDL-c 値が低い者ほど運動刺激に対して血清脂質改善に対する反応は鈍いのかも知れないが、長期間の実施により初期レベルにかかわらず運動強度、週当たりの運動時間、頻度に左右されながらもある水準にまでは到達できるのではないかと考えられた。

本研究では 1 カ月間の運動中止により HDL-c は有意に低下し、TC/HDL-c は有意に増加し、いずれもほぼ初期値に戻っていた。Mankowitz ら¹⁴⁾は若年長距離ランナーを対象として 14～22 日間の Detraining により LPL 活性と HDL-c の有意な低下を認めている。すなわち本研究の detraining の結果は Mankowitz ら¹⁴⁾を支持する結果であり、LT 強度と軽強度の運動でありながらも血清脂質の改善効果があることの証明となったとともに運動継続の重要性が示唆された。

本研究では LT 強度を指標として有酸素的作業能の評価を行い、LT に相当するスピードが 6 カ月後には有意に増加を示した。高齢者を対象とした $\dot{V}O_2$ max に対するトレーニング効果を認めた報告は数多い^{7,9,12,21)}。しかし、本研究のように LT を評価した報告は Belman ら³⁾以外には見当たらない。Belman ら³⁾は 65 歳～75 歳の高齢者にトレーニングを実施し、 $\dot{V}O_2$ max と LT 強度のいずれも有意な増加を認めている。こうしたことから、本研究は Belman ら²³⁾を支持する結果であり高齢者のトレーナビリティを示唆した。

本研究では 10 名全員がトレーニングを中止し

た. 被検者の運動継続できなかった理由は整形外科的な問題ではなく, 単に運動意欲の喪失であった. こうしたことを考えるとトレーニングを担当しているスタッフの細かいアプローチも欠かせないことは勿論, 患者自身が自覚し, 自分の意志で運動に取り組めるような十分な理解が必要であると考えられた.

以上の結果から, 高齢者を対象とした LT 強度の長期トレーニングは HDL-c, TC/HDL-c に良好な影響を及ぼすことが示唆され, 運動強度以外に HDL-c や TG の初期レベル, 週当たりの運動時間, 運動頻度の関与も重要な因子であろうと考えた. さらに長期間のトレーニングにもかかわらず運動中止により短期間で初期レベルに戻る可能性が示唆された. また detraining の結果から LT 強度のトレーニング効果を実証するとともに, 運動継続の必要性が示唆された.

V. 結 語

本研究では, 薬物療法を実施している66歳から82歳までの高齢者, 男性3名女性7名(平均年齢±標準偏差: 74.2±4.6歳)を対象として, 血中乳酸濃度が運動強度の増加に応じて非直線的に増加し始める LT を運動強度とするトレーニングを1日30分, 週3~6回(平均値±標準偏差: 5.4±1.3回), 平均17.1±9.8カ月間反復し, 血清脂質や脂質蛋白質に及ぼす影響について検討した.

その結果

1) 有酸素的作業能が有意に増加した ($P < 0.001$).

2) TC, TG, LDL-c はトレーニングにより有意な変化を認めなかった. また, Detraining によっても有意な変化を認めなかった.

3) HDL-c はトレーニングで有意に増加した ($P < 0.01$). しかし, 1カ月間の Detraining では初期値に戻っていた. また TC/HDL-c はトレーニングで有意低下したが ($P < 0.001$), Detraining で HDL-c 同様に初期値に戻っていた.

4) HDL-c は6カ月, 9カ月後に有意に増加した(それぞれ $P < 0.05$, $P < 0.01$). また TC/HDL-c は1カ月後には有意な低下を示し ($P <$

0.01), それ以後も低値を維持していた.

5) HDL-c の初期値が低いほど HDL-c の変化量が大きい傾向を認めた ($r = -0.56$, $P < 0.09$). また, TC/HDL-c の初期値が高値ほど大きな低下を示した ($r = -0.71$, $P < 0.02$).

以上の結果から高齢者を対象として, LT 強度の運動は HDL-c や TC/HDL-c に良好な影響を及ぼすことが示唆され, 運動強度以外に HDL-c や TG の初期レベル, 運動時間, 運動頻度の関与も重要な因子であろうと考えられた. さらに運動中止により短期間で初期レベルに戻る可能性が示唆された. また detraining の結果から LT 強度のトレーニング効果を実証するとともに運動継続の必要性が示唆された.

(受付 平成6年4月18日)

文 献

- 1) アメリカスポーツ医学協会(1986): 運動処方 の 指 針, 運動負荷試験と運動プログラム, 第3版. 南江堂.
- 2) Aronow, W. S., Herzig, M. S. A. H., Etienne, F., D'Alba, P. and Rouquillo, J. (1989): 41-months follow-up of risk factors correlated with new coronary events in 708 elderly patients. *J. Am. Geriatr. Soc.* **37**, 501-506.
- 3) Belman, M. J. and Gaesser, G. A. (1991): Exercise training below and above the lactate threshold in the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **23**, 562-568.
- 4) Castelli, W. P., Wilson, P. W. F., Levy, D. and Anderson, K. (1989): Cardiovascular risk factors in the elderly. *Am. J. Cardiol.*, **63**, 12 H-19 H.
- 5) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T. and Keys, A. (1963): Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 114-140.
- 6) Benfante, R. and Reed, D. (1990): Is elevated serum cholesterol level a risk factor for coronary heart disease in the elderly? *JAMA*, **263**, 393-396.
- 7) Cononie, C. C., Graves, J. E., Pollock, L. M., Philips, M. I., Sumners, C. and Hagberg, J. M. (1991): Effect of exercise training on blood pres-

- sure in 70-to 79-yr-old men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **23**, 505-511.
- 8) Friedewald, W. T., Levy, R. I. and Fredrickson, D. S. (1972) : Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, **18**, 499-504.
- 9) Hagberg, J. M., Graves, J. E., Limacher, M., Woods, D. R., Leggett, S. H., Cononie, C., Gruber, J. J. and Pollock, M. L. (1989) : Cardiovascular responses of 70-to 79-yr-old men and women to exercise training. *J. Appl. Physiol.*, **66**, 2589-2594.
- 10) Hartung, G. H., Squires, W. G. and Gotto, A. M. (1981) : Effect of exercise training on plasma high-density lipoprotein cholesterol in coronary disease patients. *Am. Heart J.*, **101**, 181-184.
- 11) Herbert, P. N., Bernier, D. N., Cullinane, E. M., Edelstein, L., Kantor, M. A. and Thompson, P. D. (1984) : High-density lipoprotein metabolism in runners and sedentary men. *JAMA*, **252**, 1034-1037.
- 12) Ehsani, A. A., Bourey, R. E., Martin, III, W. H. and Holloszy, J. O. (1991) : Effects of gender, age, and fitness level on response of $\dot{V}O_2\text{max}$ to training in 60-71 yr olds. *J. Appl. Physiol.*, **71**, 2004-2011.
- 13) Lavie, C. J. and Milani, R. V. (1993) : Factors predicting improvements in lipid values following cardiac rehabilitation and exercise training. *Arch. Intern. Med.*, **153**, 982-988.
- 14) Mankowitz, K., Seip, R., Semenkovich, C. F., Daugherty, A. and Schonfeld, G. (1992) : Short-term interruption of training affects both fasting and post-prandial lipoproteins. *Atherosclerosis*, **95**, 181-189.
- 15) 本山 貢, 入江 尚, 入江 公, 角南良幸, 清永 明, 田中宏暁, 進藤宗洋, 佐々木淳(1992) : 9 カ月間に及ぶ軽強度の有酸素的運動が65歳以上の高血圧症を有する高齢男女の血中脂質及びリポ蛋白に及ぼす影響について, *体力科学*, **41**, 559-566.
- 16) Nagamine, S. and Suzuki, S. (1964) : Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum. Biol.*, **36**, 8-15.
- 17) Peltonen, P., Marniemi, J., Hietanen, E., Vuori, I. and Ehnholm, C. (1981) : Changes in serum lipids, lipoproteins and heparin releasable lipolytic enzymes during moderate physical training in man : A longitudinal study. *Metabolism*, **30**, 518-526.
- 18) Sady, S. P., Cullinane, E. M., Herbert, P. N., Kantor, M. A. and Thompson, P. D. (1984) : Training, Diet and physical characteristics of distance runners with low or high concentrations of high density lipoprotein cholesterol. *Atherosclerosis*, **53**, 273-381.
- 19) Seals, D. R., Allen, W. K., Hurley, B. F., Dalsky, G. P., Ehsani, A. A. and Hagberg, J. M. (1984) : Elevated High-density lipoprotein cholesterol levels in older endurance athletes. *Am. J. Cardiol.*, **54**, 390-393.
- 20) Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. and Holloszy, J. O. (1984) : Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA*, **252**, 645-649.
- 21) Sidney, K. H. and Sheohard, R. J. (1978) : Frequency and intensity of exercise training for elderly subjects. *Medicine and science in Sports*, **10**, 125-131.
- 22) 角南良幸(1993) : 同一強度の持久的トレーニングでは週当たり運動時間が動脈硬化防御因子の到達水準を決定する. 福岡大学大学院体育学研究科修士論文集, **2**, 45-51.
- 23) 玉井利孝, 高井博正, 藤原隆一, 中井継彦, 宮保進, 樋口 満, 淵 時雄, 小沢真紀子, 山川喜久江, 小林修平(1987) : 高齢競技者の血漿アポリポ蛋白濃度. *動脈硬化*, **14**, 1263-1267.
- 24) 浦田秀則, 田辺庸一, 清永 明, 吉田豊和, 船越三樹子, 佐々木淳, 荒川規矩男, 田中 守, 田中宏暁, 進藤宗洋(1985) : 運動療法が血中脂質, リポ蛋白およびアポリポ蛋白に及ぼす影響の分析. *動脈硬化*, **13**, 189-192.
- 25) Urata, H., Sasaki, J., Tanabe, Y., Kiyonaga, A., Yoshida, T., Tanaka, H., Shindo, M. and Arakawa, K. (1987) : Effect of mild aerobic exercise on serum lipids and apolipoproteins in patients with coronary artery disease. *Jpn. Heart J.*, **28**, 27-34.

- 26) Whiehurst, M. and Menendez, E. (1991) : Endurance training in older women. lipid and lipoprotein responses. *The Physician and sportmedicine*, **19**, 95-104.
- 27) Zimetbaum, P., Frishman, W. H., Ooi, W. L., Derman, M., Aronson, M., Gidez, L. I. and Eder, H. A. (1992) : Plasma lipids and lipoproteins and the incidence of cardiovascular disease in the very elderly. The bronx aging study. *Arteriosclerosis and thrombosis*, **12**, 416-423.