9ヶ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

本 山 貢* 入 江 尚* 入 江 公* 角 南 良 幸**
佐々木 淳*** 清 永 明** 田 中 宏 暁** 進 藤 宗 洋**

EFFECTS OF 9 MONTHS MILD AEROBIC TRAINING ON
SERUM LIPIDS AND LIPOPROTEIN CONCENTRATIONS
IN OLDER THAN 65 YEARS MEN AND WOMEN
WITH HYPERTENSION

MITSUGI MOTOYAMA, TAKASHI IRIE, TADASHI IRIE, YOSHIYUKI SUNAMI,
JUN SASAKI, AKIRA KIYONAGA, HIROAKI TANAKA and MUNEHITO SHINDO

Abstract

In the present study, we instituted a long-term mild aerobic training program for older patients with hypertension and investigated its effects on serum lipids and lipoprotein concentrations. The intensity of exercise in mild aerobic training was adjusted to the lactate threshold level (LT), i. e., the level at which the blood lactate concentration began to increase nonlinearly with increasing work intensity. The training group (15 patients, 7 men and 8 women) and control group (15 patients, 7 men and 8 women) were 65~83 year-old patients with mean ages of 75.5 ± 5.6 and 73.7 ± 4.4 (mean $\pm$ S. D), respectively, who had never exercised regularly up to that time. Treadmill training at the LT was carried out for 30 min/day 3~6 times/week and continued for 9 months under the supervision of exercise physiology specialists.

In the training group, LT speed significantly increased from 3.43 ± 0.65 km/h to 3.73 ± 0.67 km/h (9.0%) in men, and from 2.75 ± 0.57 km/h to 3.05 ± 0.61 km/h (11.8%) in women (both $P < 0.05$). HDL-c was significantly increased 9 months after training both in men (19.2%) and women (20.9%) (both $P < 0.05$). The TC/HDL-c ratio, an atherogenetic index, was significantly ($P < 0.05$) decreased by training in women but not in men. The other serum lipid and lipoprotein profiles were unchanged in both men and women. In the control group, all serum lipid and lipoprotein profiles were unchanged in both men and women.

The HDL-c level in the training group was higher than in the control group after 9 months in both men and women (both $P < 0.02$). The TC/HDL-c ratio in the training group was lower only in women ($P < 0.02$). There were no significant differences in other values between the training group and the control group in either men or women.

These results suggest that mild aerobic training at the LT is an effective method of improving the level of serum HDL-c, the TC/HDL-c ratio and aerobic capacity in the older patients with hypertension.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1992, 41 : 559~566)

key words : Older patients, Mild aerobic training, Lactate threshold, Serum lipids, Lipoprotein profiles.

*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

***福岡大学医学部第二内科

〒814-01 福岡市城南区七隈7-45-1

Irie Clinic for Internal Medicine and Circulatory Organs,
Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka-city 812

Department of Exercise Physiology, School of Physical Education,
Fukuoka University, Nanakuma, Jyonan-ku, Fukuoka-city 814-01

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

I. 緒 言

定期的に反復される有酸素的運動が血中脂質やリポ蛋白に及ぼす影響について多くの報告がなされているが、そのほとんどが中年の健常者や有病者を対象とした男性に関する報告である。これらの男性に関する報告では、対象者の年齢、運動強度、時間などにより血中脂質やリポ蛋白に及ぼす運動の効果には多少の違いは見られるものの、抗動脈硬化因子である HDL コレステロール (HDL-c) を高め、動脈硬化指数である HDL-c と総コレステロール (TC) 比を良好な状態に変化させるとの報告が多い¹⁻⁴⁾。しかし、女性については、年齢、運動強度、時間などに関係なく、これらの脂質プロファイルの改善に良好な効果が得られなかったとする報告が多い⁵⁻⁷⁾。このように、中年者を対象とした運動の効果には男女間で違いが認められる。しかし、高齢な有病男女を対象とし、かつ運動強度を定量的に規定した条件下で長期有酸素的運動が血中脂質とリポ蛋白にどう影響を及ぼすかについて検討した報告は見当たらない。

そこで本研究では高血圧症を有する65歳以上の高齢男女を対象として、血中乳酸濃度が運動強度の増加に伴って非直線的に増加し始める点 (血中乳酸第1変移点: Lactate Threshold) を運動強度とした運動を長期間反復し、血中脂質とリポ蛋白に及ぼす影響を検討した。

II. 対象と方法

A. 対 象

被検者は、入江医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65歳から83歳までの男女30名である。年齢、身長、体重を性別に対応させ、それぞれ運動療法実施群 (以下運動群) と対照群 (以下コントロール群) とに分けた。両群ともに男性7名、女性8名の計15名づつで平均年齢と標準偏差は運動群の男性: 74.4 ± 5.3 歳, 女性: 76.4 ± 5.9 歳, コントロール群の男性: 73.1 ± 4.3 歳, 女性: 74.1 ± 4.7 歳であった。被検者全員が高血圧症に罹患しており、そのうち6名は糖尿病、5名が陳旧性心筋梗塞を合

併、両方の病歴がある者は3名であった。また26名はカルシウム拮抗剤、抗狭心剤、ACE 阻害剤、利尿剤、 β 遮断剤、 $\alpha \cdot \beta$ 遮断剤、亜硝酸剤を病状にあわせていずれかを投与し、残りの4名は薬を投与していなかった (運動群2名、コントロール群2名)。観察期間中や運動療法実施期間中はもとより研究開始の少なくとも1年以上前から被検者への投薬の種類、量に変更していない。投薬を行っていない被検者の中で観察期間の途中で新たに投薬を開始した者はいなかった。また、血中脂質を改善させる薬物を内服している者もいなかった。さらに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. 運動強度の決定及びトレーニング法

運動群の運動強度決定は、運動療法介入前と3~6ヶ月後及び9ヶ月後にフクダ電子社製トレッドミル (MAT-2500) を用い、走行板を傾斜0%に固定してスピードを分速10m毎に漸増しながら4分間の運動を行い (1ステージ)、2分間の休息をおいてこれを繰り返す間欠的多段階負荷試験を実施した。この負荷試験中、被検者に疲労感、中等度の胸痛、不整脈が出現した時には運動を中止した。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分前に測定した。乳酸は1ステージ終了毎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、直ちに血球を破壊して磷酸緩衝液で10倍に希釈後島津生化学分析装置 CL-760 を用いて分析した。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 (以下 LT) を目視により求め、LT 強度とした。運動療法はトレッドミルを用いて LT 強度に相当するスピードで1日30分、週3~6回 (平均値 $\pm$ 標準偏差: 5.2 ± 1.4 回)、9ヶ月間実施した。また、常時 LT 強度に相当する負荷になるよう3~6ヶ月後に再検査を行い負荷の変更を行った。

C. 採血及び形態測定

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、研究期間前及び9ヶ月後に実施した。総コレステロール (TC) とトリグリセライド (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。また肥満度は Body Mass Index (BMI) を用いた。

D. 統計処理

統計処理は、群内比較に repeated ANOVA (analysis of variance) の Scheffe F-test を使用した。また群間比較に paired t-test を用い、値は全て平均値と標準偏差で示した。

III. 結 果

被検者両群の身体的特徴を Table 1 に示した。運動群とコントロール群の9ヶ月後の体重、BMI において男女共に有意な変化は認めなかった。

運動群における運動療法前後の LT 強度に相当するスピード (時速)、心拍数 (HR)、収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP) を Table 2 に示した。LT スピードは、男性では運動療法前の 3.43 ± 0.65 km/h から9ヶ月後の 3.73 ± 0.67 km/h へ、女性は運動療法前の 2.75 ± 0.57 km/h から9ヶ月後の 3.05 ± 0.61 km/h へといずれも有意に増加し (いずれも $P < 0.05$)、平均変化率は男性が 9.0%、女性が 11.8% の増加であった。しかし、LT 強度に相当する HR, SBP, DBP は男女共に有意な変化を認めなかった。

運動群、コントロール群の研究期間前と9ヶ月後の血中脂質と脂質蛋白質、動脈硬化指数について男性を Table 3 に女性を Table 4 に示した。そ

Table 1. Characteristics of the training and control groups before and after 9 months of study

Variable	Men (n=7)		Women (n=8)	
	before	after 9 months	before	after 9 months
Training group (n=15)				
Age (yr)	74.4 $\pm$ 5.3	—	76.4 $\pm$ 5.9	—
Height (cm)	164.9 $\pm$ 2.5	—	145.0 $\pm$ 4.5	—
Weight (kg)	68.1 $\pm$ 11.6	68.0 $\pm$ 11.8	51.0 $\pm$ 10.5	50.3 $\pm$ 9.6
Body Mass Index ($[\text{kg}/\text{cm}^2] \times 10^3$)	2.51 $\pm$ 0.42	2.50 $\pm$ 0.42	2.43 $\pm$ 0.45	2.39 $\pm$ 0.41
Control group (n=15)				
Age (yr)	73.1 $\pm$ 4.3	—	74.1 $\pm$ 4.7	—
Height (cm)	153.6 $\pm$ 10.7	—	144.9 $\pm$ 5.8	—
Weight (kg)	65.8 $\pm$ 8.1	65.8 $\pm$ 9.4	50.5 $\pm$ 7.4	50.1 $\pm$ 8.5
Body Mass Index ($[\text{kg}/\text{cm}^2] \times 10^3$)	2.46 $\pm$ 0.34	2.46 $\pm$ 0.38	2.41 $\pm$ 0.30	2.38 $\pm$ 0.36

Values are given as mean $\pm$ SD.

Table 2. Changes in parameters of graded exercise test before and after 9 months of training in training group

Parameters	Men (n=7)		P value	Women (n=8)		P value
	before	after 9 months		before	after 9 months	
LT speed (km/h)	3.43 $\pm$ 0.65	3.73 $\pm$ 0.67	0.05	2.75 $\pm$ 0.57	3.05 $\pm$ 0.61	0.05
HR at LT speed (beats/min)	85.9 $\pm$ 3.9	86.9 $\pm$ 3.4	ns	85.3 $\pm$ 3.7	87.3 $\pm$ 3.2	ns
SBP at LT speed (mmHg)	154.0 $\pm$ 5.7	149.9 $\pm$ 9.0	ns	154.4 $\pm$ 9.2	150.5 $\pm$ 6.0	ns
DBP at LT speed (mmHg)	77.4 $\pm$ 8.1	76.9 $\pm$ 5.9	ns	83.4 $\pm$ 4.7	79.5 $\pm$ 4.4	ns

Values are given as mean $\pm$ SD, ns : not significant

Abbreviation ; HR : Heart Rate, LT : Lactate Threshold, DBP : Systolic Blood Pressure, DBP : Diastolic Blood Pressure.

Table 3. Serum lipids, lipoprotein concentrations and atherogenetic index in the training and control groups before and after 9 months in men

Parameters	Training group (n=7)		within-group change (P value)	Control group (n=7)		within-group change (P value)	between-group change [before](P value)	between-group change [after](P value)
	before	after 9 months		before	after 9 months			
TC (mg/dl)	204.1±16.2	203.0±19.5	ns	197.0±45.3	191.4±49.1	ns	ns	ns
TG (mg/dl)	136.4±49.4	156.4±44.6	ns	150.0±72.3	148.9±74.5	ns	ns	ns
HDL-c (mg/dl)	45.0±9.6	52.3±8.3	0.05	43.0±5.6	38.7±6.2	ns	ns	0.02
LDL-c (mg/dl)	133.4±12.5	119.3±20.1	ns	123.3±37.8	123.0±49.0	ns	ns	ns
TC/HDL-c ratio	4.67±0.77	4.05±1.00	ns	4.68±1.39	4.97±1.46	ns	ns	ns

Value are given as mean±SD, ns : not significant

Abbreviation ; TC : Total Cholesterol, TG : Triglyceride, HDL-c : High Density Lipoprotein cholesterol, LDL-c : Low Density Lipoprotein cholesterol, TC/HDL-c ratio : ratio of Total Cholesterol to High Density Lipoprotein cholesterol.

Table 4. Serum lipids, lipoprotein concentrations and atherogenetic index in the training and control groups before and after 9 months in women

Parameters	Training group (n=8)		within-group change (P value)	Control group (n=8)		within-group change (P value)	between-group change [before](P value)	between-group change [after](P value)
	before	after 9 months		before	after 9 months			
TC (mg/dl)	201.3±16.2	201.9±22.4	ns	208.0±39.3	193.8±30.3	ns	ns	ns
TG (mg/dl)	173.6±94.3	118.5±33.5	ns	155.8±57.6	133.0±47.0	ns	ns	ns
HDL-c (mg/dl)	49.3±8.9	59.1±11.9	0.05	47.6±3.2	45.0±3.3	ns	ns	0.02
LDL-c (mg/dl)	117.3±31.1	119.2±21.8	ns	129.3±36.2	122.3±24.8	ns	ns	ns
TC/HDL-c ratio	4.21±1.08	3.52±0.73	0.05	4.38±0.86	4.33±0.77	ns	ns	0.05

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

の結果、運動群の HDL-c は男女共に運動療法 9 ヶ月後には前値に比べいずれも有意に増加し (いずれも $P<0.05$), 平均変化率は男性が 19.2%, 女性が 20.9% であった (図 1, 2). また運動群女性の場合, TC/HDL-c 比が運動療法 9 ヶ月後には

Fig. 1. Comparison of HDL-c between the training and control groups during 9 months in men.

Fig. 2. Comparison of HDL-c between the training and control groups during 9 months in women.

Fig. 3. Comparison of TC/HDL-c between the training and control groups during 9 months in women.

前値に比べ有意な低下を示し ($P<0.05$), 平均変化率は 14.7% の低下であった (図 3). 男性の場合は統計学的に有意ではなかったが低下傾向を示した. 運動群の TC, TG, LDL-c は男女共に有意な変化は認められなかった. またコントロール群は, 男女ともに観察期間中すべての項目について有意な変化が認められなかった.

運動群とコントロール群の群間比較では研究期間前値において男女共にすべての項目において有意差が認められなかったが, 9 ヶ月後には男女共に HDL-c は運動群がコントロール群よりいずれも有意に高値を示した (いずれも $P<0.02$). また女性の場合, TC/HDL-c 比で運動群がコントロール群より有意に低値を示した ($P<0.02$). しかし, 男性は TC, TG, LDL-c, TC/HDL-c 比に女性は TC, TG, LDL-c に有意差は認めなかった.

IV. 考 察

本研究では, 65歳以上の高齢有病者において LT 強度に相当する軽強度の有酸素的運動が抗動脈硬化因子及び有酸素的作業能に男女共に有意な改善を認めた.

本研究では LT を有酸素的作業能を評価する指標としてまたトレーニング強度を示す指標として用いた. この LT 強度決定法は, 高血圧症や冠動脈硬化症患者に対する運動療法を実施する際に被検者の主観に左右されず, 客観的所見により基準を求めることができること⁹⁾, 更に被検者を運動能力の局限近くまで追い込むことなくトレーニングのための至適運動強度を決定できる点で極めて安全であることなどの利点がある. また乳酸は薬物の影響を受けることが少ないため薬を内服している有病者に対しても LT 強度は利用できると考えられている¹⁰⁾. 本研究の運動療法実施者 15 名全員が運動強度が決定でき, この強度での運動療法実施中, 心拍数や血圧が異常値まで上昇することはなかったこと, また実施期間の途中で中止を余儀なくされる者がいなかったことは, その有用性を示唆するものであると考えられた.

本研究では $\dot{V}O_2\max$ を測定していないためそ

の変化をみることはできなかったものの LT 強度に相当する歩行スピードの平均値が男女共に有意な改善を認めたことは、有酸素的運動による高齢者の $\dot{V}O_2\max$ の有意な改善を認めたとする多くの報告^{11,12)}と一致する。高齢者でしかも重篤な循環器ないしは代謝系の疾患を経験している者でさえも LT 強度の運動によって有酸素的作業能の改善が可能であることの証明となった。

有酸素的運動が高齢者の血中脂質に及ぼす影響について横断的に観察した Seals ら¹³⁾は高齢者においても定期的運動実施者は非運動実施者に比べ、HDL-c は有意に高く、TC/HDL-c 比、TC、LDL-c、TG は有意に低かったとし、玉井ら¹⁴⁾も高齢者の運動群と非運動群を比較した結果、運動群の HDL-c は有意に高く、LDL-c/HDL-c 比は有意に低値を示したと報告している。このように横断的調査では高齢者でさえ有酸素的運動が血中脂質プロフィールの改善をもたらす有効な方法であることを示している。

縦断的研究による有酸素的運動が血中脂質に及ぼす影響について見てみると、そのほとんどが中年男性を対象とした報告であり、高齢者についての報告は数少ない^{15~17)}。そして中年者は勿論の事、これら的高齢者の報告のほとんどで運動強度が HRmax の 70%以上のやや強い強度で実施し、強い強度では HDL-c は有意な増加、TC/HDL-c 比は有意な低下を示したとする報告が多い。その中で健常な高齢者を対象とし、運動強度の違いによる血中脂質の変化をみた Seals¹⁸⁾は、最初の 6 ヶ月間は 60%HRmax 強度での運動を、後の 6 ヶ月間は 80~90%HRmax 強度での運動を実施した結果、60%HRmax 強度では血中脂質に変化を認めなかったが、80~90%HRmax 強度と強い強度では HDL-c は有意に増加し、TG、TC/HDL-c 比は有意な低下を示したとしている。これに対し中年女性に関する縦断的研究では運動強度に関係なく血中脂質に変化を認めなかったとする研究がほとんどであるが^{5~7)}、高齢女性を対象とした Whitehurst ら¹⁸⁾は中高年男性同様に HRmax の 70~80%強度の運動実施で HDL-c は有意に増加、TG、TC/HDL-c 比は有意な低下を認めたと報告

している。こうしてみると高齢な男女については強い運動強度であれば、血中脂質の改善に良好な結果が期待できそうである。

一方、高齢者ではないが本研究と同じ手法で運動強度及び時間を規定し中年健常男性を対象とした浦田ら¹⁹⁾の報告によると、LT 強度 (50% $\dot{V}O_2\max$ 強度相当) での運動をエルゴメーターを用いて行った結果、HDL-c の有意な増加を認めている。軽強度で HDL-c の有意な増加を認めたとする浦田ら¹⁹⁾は、Seals ら¹⁸⁾や Whitehurst ら¹⁸⁾に比べ週当りの運動時間が 180 分とかなり多い。本研究の高齢者の場合においても運動時間は週当たり平均で約 150 分程度と多かった。このように高齢者の場合でも運動強度が低くてもある程度運動時間が多ければ HDL-c を増加させる可能性も考えられる。また、本研究の対象者の年齢がかなりの高齢でしかも低健康者であったことなども関与しているのではないかと考えられる。すなわち、高齢でしかも低健康者である程トレーニングの効果が著明に現れ易く、トレーニングに対する感度がかかなり敏感になっている可能性が考えられる。本研究では高齢有病者に対する運動が HDL-c を有意に増加させたメカニズムの解明については明確にすることができなかったが、有酸素的運動が脂肪細胞や骨格筋のリポ蛋白リパーゼ (LPL) 活性やレシチン・コレステロール・アシルトランスフェラーゼ (LCAT) 活性を高めるとする報告²⁰⁾もあることから、高齢な男女においても同様な効果が認められた可能性も考えられる。しかし、メカニズムについては今後の研究課題である。

本研究では対象者が高齢であったため被検者 30 名のうち 26 名が何らかの薬を内服していた。特に β 遮断剤や利尿剤は血中脂質に悪影響をもたらすことは良く知られている²¹⁾。しかし運動群 15 名のうちこのいずれかの薬を服用していた者は 4 名、コントロール群 5 名であったが、運動群の使用者と非使用者との間での 9 ヶ月間の有酸素的作業能、HDL-c、TC/HDL-c の動態は両群共に有意な改善を示し、また両群間の変化に有意差は認めなかった。

V. 要 約 文 献

本研究では高血圧症や冠動脈疾患をもつ65歳以上の高齢男女を対象にして、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点、LT を運動強度とした運動を1日30分、週3～6回、9ヶ月間実施し、血中脂質とリポ蛋白質に及ぼす影響を検討した。

1) 運動群における運動療法前後のLT強度に相当するスピード(時速)は、男女共に有意に増加し(いずれも $P<0.05$)、平均変化率は男性が9.0%、女性が11.8%の増加であった。

2) 運動群のHDL-cは、男女共に運動療法9ヶ月後には前値に比べいずれも有意に増加し(いずれも $P<0.05$)、平均変化率は男性が19.2%、女性が20.9%であった。コントロール群の場合、男女ともに有意な変化が認められなかった。

3) 運動群女性のTC/HDL-c比は運動療法9ヶ月後には前値に比べ有意な低下を示し($P<0.05$)、平均変化率は14.7%の低下であった。男性の場合は統計上有意ではなかったが低下傾向を示した。コントロール群は、男女ともに有意な変化が認められなかった。

4) TC, TG, LDL-cは運動群、コントロール群男女共に有意な変化は認められなかった。

5) 運動群とコントロール群の群間比較では研究期間前値において男女共、すべての項目において有意差が認められなかったが、9ヶ月後には男女共にHDL-cは運動群がコントロール群よりいずれも有意に高値を示した(いずれも $P<0.02$)。また女性の場合、TC/HDL-c比で運動群がコントロール群より有意に低値を示した($P<0.02$)。

以上の結果から、LT強度の有酸素的運動は、高齢な有病男女においても実行可能であり有酸素的作業能の改善をもたらす効果的な方法であること、また抗動脈硬化危険因子の改善を男女同様にもたらす有効な方法であることが示唆された。

(受付 平成4年2月21日)

- 1) Marti, B., Suter, E., Riesen, W. F., Tschopp, A., Wanner, H. and Gutzwiller, F. (1990) : Effects of long-term, selfmonitored exercise on the serum lipoprotein and apolipoprotein profile in middle-aged men., *Atherosclerosis*, **81**, 19-31.
- 2) 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, longitudinal study.*, *Metabolism*, **30**, 518-526.
- 3) Brownell, K., Bachorik, P. S. and Ayerle, R. S. (1982) : Canges in plasma lipid and lipoprotein levels in men and women after a program of moderate exercise. *Circulation*, **65**, 477-484.
- 4) 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.
- 5) Cauley, J. A., Kriska, A. M., Laporte, R. E., Sandler, R. B. and Pambianco, G. (1987) : A two randomized exercise trial in older women: effects on HDL-cholesterol. *Atherosclersis*, **66**, 247-258.
- 6) Lewis, S., Haskell, W. L., Wood, P. D., Manoogian, N., Bailey, J. E. and Pereira, M. (1976) : Effects of physical activity on weight reduction in obese middle-aged women. *Am. J. Clin. Nutr.* **29**, 151-156.
- 7) Wynne, T. P., Bassett Frey, M. A., Laubach, L. L. and Glueck, C. G. (1980) : Effect of a controlled exercise program on serum lipoprotein levels in women on oral contraceptives. *Metabolism*, **29**, 1267-1271.
- 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) 吉田豊和, 広木忠行, 荒川規矩男, 田中宏暁, 進藤宗洋 (1984) : 虚血性心臓病に対する血中乳酸濃度を指標とする運動療法, *最新医学*, **39**, 2679-2681.

- 10) Tanaka, H., Kumagai, S., Shindo, M., Yoshida, T., Mutaguchi, T., Moriyama, Y., Hirota, T. and Arakawa, K. (1988) : Effect of Nifedipine, Dilazep, Propranolol on blood lactate accumulation during intensive graded exercise testing in healthy young subjects., *Japanese heart J.* **29**, 617-630.
- 11) 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.
- 12) Badenhop, D. T., Cleary, P. A., Schaal, S. F., Fox, E. L. and Bartels, R. L. (1983) : Physiological adjustments to higher or lower-intensity exercise in elders. *Med. Sci. Sports exer.*, **15**, 496-502.
- 13) 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.
- 14) 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) : 老齡競技者の血漿アポリポ蛋白濃度. 動脈硬化, **14**, 1263-1267.
- 15) Schwartz, R. S. (1988) : Effects of exercise training on High Density Lipoprotein and apoprotein A-1 in old and young men. *Metabolism*, **37**, 1128-1133.
- 16) Seals, D. R., Hagberg, J. M., Hurley, B. F., Ehsani, A. A. and Holloszy, J. O. : Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA*, **252**, 645-649.
- 17) Coon, P. J., Bleecker, E. R., Drinkwater, D. T., Meyers, D. A., Goldberg, A. P. (1989) : Effects of body composition and exercise capacity on glucose tolerance, insulin, and lipoprotein lipids in healthy older men : A cross-sectional and longitudinal intervention study. *Metabolism*, **38**, 1201-1209.
- 18) Whitehurst, M. and Menendez, E. (1991) : Endurance training in older women. lipid and lipoprotein responses. *The physician and sportsmedicine*, **19**, 95-104.
- 19) 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. *Jap. Heart J.* **28**, 27-34.
- 20) 浦田秀則, 田辺庸一, 清永 明, 吉田豊和, 舟越三樹子, 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蛋白に及ぼす影響の分析. 動脈硬化, **13**, 189-192.
- 21) 阿部 仁, 尾前照雄(1990) : 降圧剤による高脂血症とその問題点. 治療学, **24**, 75-78.