

中高年者のトレーニングが血中コレステロール値に及ぼす影響

伊藤 朗, 山田 哲雄*, 井川 幸雄**

The Effect of Training on Serum Cholesterol of Adult Men and Women

Akira ITO, Tetsuo YAMADA and Sachio IKAWA

The purpose of this study was the investigation on the changes in Total cholesterol (T. chol.), High density lipoprotein-cholesterol (HDL-chol.) and HDL-chol./T.chol. ratio (HDL-/T. ratio) accompanied with the progress of exercise treatment.

Eight untrained subjects (three men and five women, 40-56 yrs., T. chol. > 230mg/dl or HDL-/T. ratio < 25%) comprise of this study.

Exercise prescription was follow :

1. Quality of exercise : the whole body exercise (bicycle ergometer, jogging).
2. Intensity of exercise : 60% $\dot{V}O_2$ max.
3. Duration of exercise : 20 minutes 3sets (interval 5 minutes).
4. Frequency of exercise : 0.95-2.36 times/week.
5. period of exercise : 32-60 weeks.

The results were as follows :

1. T.chol. almost unchanged.
2. HDL-chol. increased after 10 weeks in two subjects and after 25 weeks in five subjects. HDL-/T. ratio was similar to HDL-chol.
3. The increase of HDL-/T. ratio was not due to the decrease of T.chol., but to the increase of HDL-chol.

Nineteen trained subjects (seventeen men and two women, 30~59 yrs.) indicated high HDL-chol., too.

These results suggested that the increase of HDL-chol. was possible in short period, but the decrease of T.chol. requires long period.

I 緒言

高コレステロール血症が長期化すると、動脈硬化を招来すると考えられ、その予防と改善のための運動処方検討されてきた。しかし、運動によって血中総コレステロール値を低下させるというこ

とは容易ではなく、その証拠に従来の研究結果もまちまちである¹⁾⁵⁾。しかし、近年リポ蛋白の分画がルーチン化されるに及んで、総コレステロール値が低下しなくとも、HDLコレステロール値が増加すればよいと考えるようになってきた。その根拠は、「LDL(low density lipoprotein)は体内の諸細胞にコレステロールを供給するように作用するが、HDL(high density lipoprotein)は細胞から

* 国立栄養研究所、健康増進部

** 東京慈恵医科大学臨床検査医学教室

コレステロールを除去し、これを異化排泄の場である肝臓へ運ぶ作用をしていると考えられている¹²⁾」ところにある。

労働が HDL コレステロール値を増加させることを最初に報告したのは Lehtonen ら¹⁰⁾(1978 年)で、重労働者(木こり)では軽労働者(電気技師)より有意に高値であることを認めた。またカナダエスキモーでは、HDL コレステロールが高値であるという報告²⁾が広く知られている。

運動と HDL コレステロールに関する研究では、5 年以上の規則的な運動実施者では、総コレステロール値には差がないが、HDL コレステロール値が高く(走運動量との相関がある)、中性脂肪値は低いという報告¹⁰⁾がある。またクロスカントリースキーマーの HDL コレステロール値とその総コレステロール値に対する比が有意に高く、さらに鍛練度に関係しているという報告⁹⁾、1 日 4 回 30 分間の激しい運動を毎日 7 週間実施させた結果、HDL コレステロール値が増加したという報告¹¹⁾などがある。しかし、運動との関連で日本人に関する研究は少ない、従って本研究の目的の第 1 は、本邦中高年運動鍛練者及び非鍛練者の総コレステロール値、HDL コレステロール値及びその比の実態を把握すること、第 2 は高コレステロール血症である中高年者に 60% $\dot{V}O_2$ max. 強度の全身的な運動処方を設定し、これを運動療法として実施させた場合の総コレステロール値に対する HDL コレステロール値の比の増加が、両者のいずれの変化に起因しているかを検討することである。

II 研究方法

1 本邦鍛練者の検査について

鍛練者群は、約 7 年間にわたり東京の某アスレチッククラブで定期的にトレーニングを積んでいる男性 17 名・女性 2 名(31~59 歳)である。

対照となる非鍛練者群は、30~59 歳の男性 74 名、女性 126 名で、いずれも疾病を有しない茨城県の大穂町民で、日頃運動をほとんど実施していない人々である。

鍛練、非鍛練者とも検査は、1978 年 10 月に実施した。検査項目及び方法は、血清総コレステロール(以下 T.chol.と略):酵素法⁹⁾、血清 HDL コレステロール(以下 HDL-chol.と略):リソタンゲ

ステン・MgCl₂沈澱法¹⁵⁾、血清中性脂肪(以下 TG と略):酵素法¹³⁾、血圧、身長、体重などである。

2 トレーニング実験について

被検者は、東京都内在住者で、人間ドック及び病院での検査において血清コレステロール値が高いため、運動療法を行うよう勧められた 40~56 歳の男性 3 名、女性 5 名(T. chol.値が 230 mg/dl 以上または HDL-chol./T. chol. ratio が 25%未満)の計 8 名である。全被検者とも日頃まったく運動は行っていなかった。

運動処方に先だち、体力測定、形態計測、呼吸機能及び安静心電図・負荷心電図、血圧、さらに前記の血清化学成分値の測定を行った。また、これらの測定は、トレーニングの中間(開始 9.9~26.9 週間後)、及び終了時(開始 31.8~59.8 週間後)にも実施した。

運動処方は、高脂血症の改善に有効であったと報告されている処方とした⁶⁾⁷⁾⁸⁾¹⁸⁾。

運動の質:全身的な運動を中心とし、ジョギング、自転車エルゴメーターなどである。他に準備・整理運動、柔軟体操などが含まれる。

運動強度:60% $\dot{V}O_{2max}$ とし、脈拍数及び RPE により、二重に管理した。

運動時間:主運動は 20 分間、休息 5 分を 3 セット、その他の運動及びサウナ浴を含めて 1 日当り 90~120 分間とした。

頻度:週当り 3 回で、月、水、土に実施したが、実際には最低者で 0.95 回、最高者で 2.36 回、平均 1.84 回であった。

期間は、3 ヶ月、6 ヶ月を 1 トレーニング期として結果をみ、さらに継続することにしていく。実際には、最低者で 31.8 週、最高者で 59.8 週である。

なお食事及び栄養指導は、個人面接及び講習会を開いて行ったが、栄養処方は行わず、各自自主的に管理するように指示した。

III 結果

1 非鍛練者の検査結果について

T. chol.値が高いことはむろんであるが、HDL-chol. 値が低いことも問題となっている。しかも、

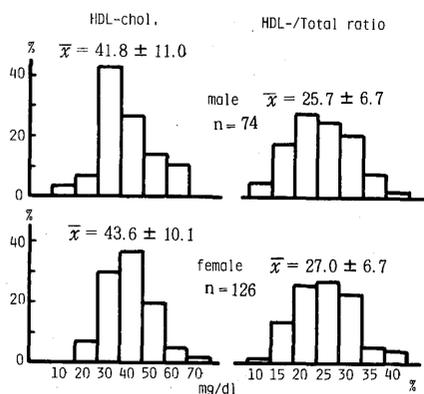


Fig. 1 Distributions of HDL-cholesterol (HDL-chol.) and HDL-/Total cholesterol ratio (HDL-/Total ratio) in control group.

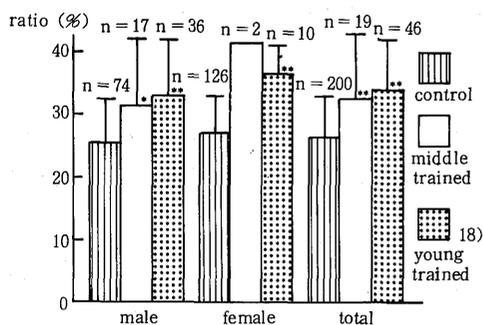


Fig. 2 HDL-/Total cholesterol ratio in control, middle aged trained and young aged trained group.
* P < 0.05, ** P < 0.001 compared with control group

T1F1-2

Table 1. HDL-cholesterol (HDL-chol.), Total cholesterol (Total chol.), Triglyceride (TG), Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP) and Rohrer's index in low and high HDL-/Total cholesterol ratio (HDL-/Total ratio) group.

	HDL-/Total ratio (%)	n	HDL-chol. (mg/dl)	Total chol. (mg/dl)	TG (mg/dl)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	Rohrer's index
male	low ratio group (<20%)	16	32.5 ± 6.8	190.4 ± 36.4	130.6 ± 42.4	124.3 ± 16.5	80.3 ± 11.3	138.5 ± 13.4
	high ratio group (≥35%)	6	56.5 ± 9.4 ^{***}	148.8 ± 18.6 [*]	81.7 ± 29.8 [*]	131.3 ± 18.7	87.3 ± 3.5	126.1 ± 15.1
female	low ratio group (<20%)	18	34.5 ± 6.1	196.0 ± 35.5	99.7 ± 32.0 (n=16)	129.3 ± 21.0	80.3 ± 9.5	166.6 ± 18.5
	high ratio group (≥35%)	12	52.3 ± 9.2 ^{***}	135.4 ± 23.7 ^{***}	63.5 ± 19.2 ^{**} (n=11)	119.7 ± 13.6	74.2 ± 6.3	144.6 ± 13.7 ^{**}

* P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001 compared with low ratio group

最近では HDL-chol./T. chol. ratio が重要視されている。そこで、非鍛練者の HDL-chol. 及び HDL-chol./T. chol. ratio の分布について図-1 に示した。両者の分布は、中央値よりも若干負の方向に歪む傾向を示した。

HDL-chol./T. chol. ratio の分布をもとに、

その ratio のおよそ ±1 SD を基準に 20%未満、35%以上の 2 群に分け、男女別に T. chol. 値、HDL-chol. 値、TG 値、血圧値、ローレル指数を表-1 に示した。

35%以上の高値群の HDL-chol. 値は、平均で男性 56.5 mg/dl、女性 52.3 mg/dl で、20%未満の

Table 2. HDL-cholesterol (HDL-chol.), Total cholesterol (Total chol.), Systolic Blood Pressure (SBP), Diastolic Blood Pressure (DBP) and Rohrer's index (RI) in control, middle aged trained and young aged trained group.

	Sex	n	Age (yrs)	HDL-chol. (ml/dl)	Total-chol. (ml/dl)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	R I
control group	M	74	44.4 (7.4)	41.8 (11.0)	166.2 (36.3)	122.5 (14.4)	81.5 (8.6)	138.8 (15.4)
	F	126	44.9 (7.1)	43.6 (10.1)	165.0 (33.9)	123.0 (18.8)	76.9 (10.4)	155.5 (20.9)
middle aged trained group	M	17	42.4 (9.3)	54.5*** (15.3)	176.4 (23.7)	126.6 (13.8)	80.7 (9.3)	134.0 (12.8)
	F	2	41.0	84.1	205.6	120.0	75.0	127.6
young aged trained group ¹⁸⁾	M	36	21.4 (0.8)	48.8** (10.6)	150.1* (22.5)	—	—	—
	F	10	20.6 (0.5)	60.5*** (15.0)	166.7 (36.2)	—	—	—

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001 compared with control group ()=SD

低値群よりも男性で+73.8%, 女性で+51.6%も有意に高くなっている。しかし, 高値群の T.chol. 値は平均で男性 148.8 mg/dl, 女性で 135.4 mg/dl で, 低値群よりも男性で-21.8%, 女性で-30.9%の有意な低値でしかない。従って HDL-chol./T. chol. ratio が高値であることへの関与の割合は, T. chol. が低値であることよりも HDL-chol. が高値であることの方が大きいことが示唆された。また, 35%以上の高値群の TG 値の平均は, 男性 81.7 mg/dl, 女性 63.5 mg/dl と, 低値群に比し-48.9 mg/dl, -36.2 mg/dl と有意な低値を示した。高値群のローレル指数の平均は, 男性 126.1, 女性 144.6 であるが, 低値群に比し女性のみが有意な低値であった。血圧については高, 低値群に有意差は認められなかった。

2 鍛練者の検査結果について

表-2に, 鍛練者群の HDL-chol. 値, T. chol. 値, 血圧値及びローレル指数を, さらに図-2には HDL-chol./T. chol. ratio を示した。

男性の T. chol. 値は平均 176.4 mg/dl で非鍛練者群に比し有意差はなかったが, HDL-chol. 値は 54.5 mg/dl と有意に高値を示した。女性においては, 非鍛練者群に比し T. chol. 値の平均は 205.6 mg/dl と+24.6%も高値であったが, HDL-chol. 値はさらに著しい高値で 84.1 mg/dl と+92.9%となっている。

従って HDL-chol./T. chol. ratio は, 男性鍛練者群で+30.9%と有意な高値となり, 女性でも+40.9%と高値であった。このような高値への関与の割合は, T. chol. が低値であることよりも, HDL-chol. が高値であることの方が大きいことが示唆された。

鍛練者群の血圧は, 非鍛練者群に比し男女ともほとんど差が認められなかったが, ローレル指数は女性で低値であった。

3 トレーニングの実験結果について

表-3にはトレーニング内容を, 表-4にはトレーニングの開始前, 中間時, 終了時の体重, T. chol. 値, HDL-chol. 値, HDL-chol./T. chol. ratio, TG 値, 血圧値を示した。

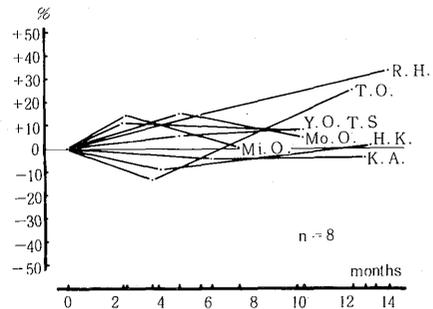


Fig. 3 Changes in Total cholesterol before, during and after training in each subject.

Table 3. Training period, frequency and exercise time in the period before to during to after training in each subject.

Sub.	before ~ during training				during ~ after training			
	period (weeks)	frequency (days/week)	exercise time		period (weeks)	frequency (days/week)	exercise time	
			(min./week)	Total(hrs.)			(min./week)	Total(hrs.)
R. H.	24.9	2.33	104.3	43.3	34.9	2.38	114.6	66.7
K. A.	26.9	2.49	90.0	40.4	27.9	2.58	99.8	46.4
Mo. O.	20.9	2.11	75.5	26.3	22.9	1.49	62.2	23.7
Y. O.	20.9	2.45	84.5	29.4	22.9	2.19	107.1	40.9
T. O.	15.9	1.51	65.0	17.2	36.9	0.71	38.2	23.5
H. K.	16.9	1.54	64.1	18.1	40.4	0.59	24.3	16.4
T. S.	9.9	2.03	92.1	15.2	32.0	1.38	66.4	35.4
Mj. O.	10.9	1.93	55.2	10.0	20.9	1.39	56.3	19.4

1 A15T4 580217

Table 4. Comparison of Weight, Triglyceride (TG), HDL-cholesterol (HDL-chol.), Total cholesterol (Total chol.), HDL-/Total cholesterol ratio (HDL-/Total ratio), Systolic Blood Pressure (SBP) and Diastolic Blood Pressure (DBP) before, during and after training in each subject.

Sub Sex Age Height		Weight (kg)	TG (mg/dl)	HDL-chol. (mg/dl)	Total chol. (mg/dl)	HDL-/Total ratio(%)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)
R.H.(F) 51 155.5 ECG (-)	before	73.0	64	68	232	29.3	173	105
	during	66.1	74	77 ↑	266 ↑	28.9~	162	84
	after	69.7	91	80 ↑	310 ↑	25.8 ↓	162	84
K.A.(M) 48 163.5 ECG (-)	before	60.8	198	61	250	24.4	151	107
	during	62.1	86 ↓	57~	240~	23.8~	138	91
	after	61.6	182~	57~	242~	23.6~	145	94
Mo.O.(F) 48 161.0 ECG (-)	before	57.0	70	67	231	29.0	107	56
	during	55.0	72	78 ↑	265 ↑	29.4~	123	70
	after	55.5	—	80 ↑	243 ↑	32.9 ↑	121	57
Y.O.(F) 56 157.5 ECG (-)	before	46.2	59	83	238	34.9	102	64
	during	45.3	60	90 ↑	251 ↑	35.9 ↑	114	60
	after	44.5	—	103 ↑	258 ↑	39.9 ↑	107	61
T.O.(M) 40 165.5 ECG (-)	before	75.8	146	45	250	18.0	141	85
	during	65.5	94 ↓	53 ↑	218 ↓	24.3 ↑	126	68
	after	67.0	121 ↓	59 ↑	312 ↑	18.9~	143	85
H.K.(F) 52 152.0 ECG (-)	before	57.9	112	72	303	23.8	155	91
	during	55.0	118	83 ↑	278 ↓	29.9 ↑	136	87
	after	54.0	66 ↓	94 ↑	310~	30.3 ↑	118	71
T.S.(M) 47 170.0 ECG (±)	before	70.2	63	37	200	18.5	112	74
	during	64.3	94	51 ↑	222 ↑	23.0 ↑	115	69
	after	66.6	77	54 ↑	215 ↑	25.1 ↑	123	86
Mi.O.(F) 48 154.0 ECG (-)	before	66.0	88	54	241	22.4	145	92
	during	65.0	137 ↑	73 ↑	275 ↑	26.5 ↑	135	90
	after	61.6	65	75 ↑	242~	31.0 ↑	128	87

また、トレーニング開始時を0とした T. chol. 値, HDL-chol. 値, HDL-chol./T. chol. ratio, 体重の中間・終了時の増減率を図-3,4,5,6 に示した。

1) H. K.の場合

中間時の検査までは、16.9 週間経過していた。トレーニング頻度は 1.54 日/週で、運動時間は週当たり 64.1 分しかトレーニングしていないが、HDL-chol. 値が開始時に比し +15.3%, T.chol 値が -8.3%であったため HDL-chol./T. chol. ratio が +25.6%となった。

終了時の検査までは、40.4 週間経過していた。トレーニング頻度は 0.59 日/週で、運動時間は週当たり 24.3 分に低下しているが、HDL-chol. が開始時に比し +30.6%, 一方 T.chol.値が +2.3%と、ともに中間検査時に比し増加し、HDL-chol./T. chol. ratio は +27.3%とわずかに増加した。体重は開始時よりも -2.9 kg, -3.9 kgと減少した。

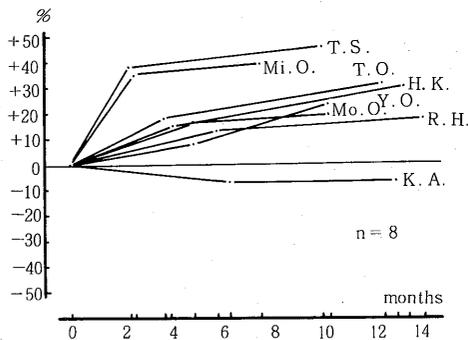


Fig. 4 Changes in HDL-cholesterol before, during and after training in each subject.

2) T. S.の場合

中間検査までは、9.9 週間の経過であった。トレーニング頻度は 2.03 日/週、運動時間は週当たり 99.1 分のトレーニングであるが、HDL-chol. 値が開始時に比し +37.8%と著しく増加し、T. chol. 値も +11.0%と増加したにもかかわらず、HDL-chol./T. chol. ratio は +24.3%となった。

終了時の検査までは、32.0 週間経過した。トレーニング頻度は 1.38 日/週、週当たり 66.4 分と低下しているが、HDL-chol. 値は開始時に比

し +45.9%であり、T. chol. 値は +7.5%となり、HDL-chol./T. chol. ratio は +35.7%と増加している。体重は、開始時より -5.9 kg, -3.6 kgと減少している。

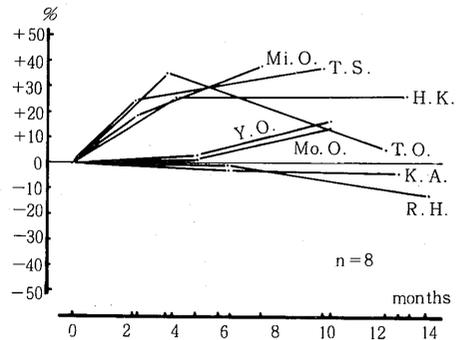


Fig. 5 Changes in HDL-/Total cholesterol ratio before, during and after training in each subject.

3) Mi. O. の場合

中間検査までは、10.9 週間経過、1.93 日/週の平均頻度で週当たり 55.2 分のトレーニングであった。HDL-chol. 値が開始時に比し +35.2%, T. chol. 値も +14.1%と増加した結果 HDL-chol./T. chol. ratio は +18.3%であった。

終了時の検査までは、20.9 週間経過した。1.39 日/週の平均頻度、週当たり 56.3 分のトレーニングに減少したが、開始時に比し HDL-chol. 値は +38.9%, しかも T. chol. 値がほとんど変化しなかったため、HDL-chol./T. ratio は +38.4%となった。体重は、中間時までわずか -1 kgの減少であるが、終了時には -5.4 kgの減少となっている。

4) T. O.の場合

中間検査までは、15.9 週間の経過で、1.51 日/週の平均頻度、週当たり 65.0 分の 40% $\dot{V}O_{2max}$ 強度のトレーニングであった。HDL-chol. 値は開始時に比し +17.8%, しかし T. chol. 値が -12.8%と低下したため、HDL-chol./T. chol. ratio は +35.0%も増加した。

終了時検査までは、36.9 週間の経過で 0.71 日/週の平均頻度、週当たり 38.2 分のトレーニングに減少した。HDL-chol. 値は開始時に比し +31.1%と増加したが、T.chol. 値も +24.8%と増加した結果、HDL-chol./T. chol. ratio は、ほとんどト

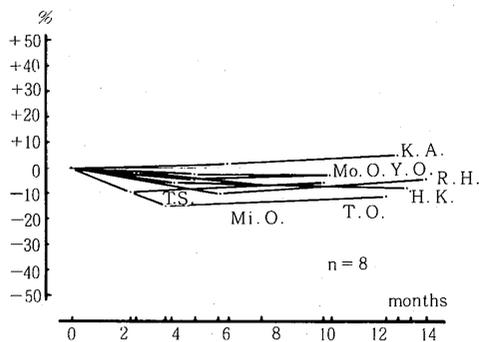


Fig. 6 Changes in Weight before, during and after training in each subject.

レーニング開始前に戻ってしまった。体重も中間時には-10.3 kgと著しい減少をきしたが、終了時にはやや増加し-8.8 kgにとどまった。

5) Mo. O.の場合

中間検査までは、20.9週間経過、2.11日/週の平均頻度、週当たり75.5分間のトレーニングであった。HDL-chol.値は+16.4%であったが、T. chol.値も+14.7%となり、HDL-chol./T. chol. ratioはほとんど変化がみられなかった。

終了時の検査までは、22.9週間経過、1.49日/週の平均頻度、62.2分/週のトレーニングであったが、HDL-chol.値は開始時に比し+19.4%、T. chol.値は+5.2%となったため、HDL-chol./T. chol. ratioは+13.4%の増加となった。体重は開始時より-2.0 kg、-1.5 kgとわずかな減少にとどまった。

6) Y. O.の場合

中間検査までは、20.9週間経過、2.45日/週の平均頻度、84.5分/週のトレーニングであったが、HDL-chol.値は開始時に比し+8.4%、T. chol.値は+5.5%となり、HDL-chol./T. chol. ratioはほとんど変化がなかった。

終了時までには、22.9週間経過、2.19日/週の平均頻度、107.1分/週のトレーニングと前半より増加した。HDL-chol.値は開始時に比し+24.1% T. chol.値も+8.4%と中間検査時より増加したが、HDL-chol./T. chol. ratioは+14.3%の増加となった。体重は開始時より-0.9 kg、-1.0 kgで

あった。

7) K. A.の場合

中間検査までは、26.9週間経過し、2.33日/週の頻度、104.3分/週のトレーニングであった。また終了時検査までは27.9週間経過し、2.38日/週の平均頻度、114.6分/週のトレーニングであったが、HDL-chol.値、HDL-chol./T. chol. ratioには、ほとんど変化が認められなかった。体重は、他の被検者と異なり、1.3 kg及び1.4 kgの増加となった。

8) R. H.の場合

中間検査までは、24.9週間経過、2.33日/週の平均頻度、104.3分/週のトレーニングどであったが、HDL-chol.値は+13.2%、T. chol.値が+14.7%であり、HDL-chol./T. chol. ratioはほとんど変化しなかった。

終了時までには、34.9週間経過し、2.38日/週の平均頻度、114.6分/週のトレーニングであったがHDL-chol.値は+17.6%、T. chol.値+33.6%となり、HDL-chol./T. chol. ratioは-11.9%と低下してしまった。体重は、中間時までには-6.9 kgであったが、終了時には-3.3 kgであった。

IV 考 察

本邦における HDL-chol. の正常値は、現在検討されつつあり、現在までに清水ら¹⁷⁾が、1979年にリントングステン酸-MgCl₂法による基準値または参考値として報告したものが知られている。この報告の30~59歳については平均男性49.3±11.7 mg/dl、女性56.7±12.7 mg/dlとなっているが、我々の今回の報告では男性41.8±11.0 mg/dl 女性43.6±10.1 mg/dlと低値になっている。清水らの報告は20~69歳までの男女合計で209名であり、我々の報告では30~59歳の男性74名女性126名合計200名で、年齢分布が異なるが平均で見ると、標準偏差がほぼ類似していること及び、女性の方が高値であることは共通している。

Albersの1976年の報告は¹⁸⁾、超遠心法によるものであるが、30~59歳では男性44.4±11.4 (n=209)、女性58.0±14.8 (n=138)と比較すると、男性では我々の報告に近く、女性では清水らの報告に近い。

中高年鍛錬者の資料はみあたらず、比べるすべもないが、我々の報告の男性54.5±15.3 mg/dl

(n=17), 女性の 84.1 mg/dl (2 名にすぎない) は, 男性で清水らの報告より 5.2 mg/dl, Albers らの報告よりも 10.1 mg/dl 高値, 女性でも同様に 27.4 及び 26.1 mg/dl 高値となっている。しかもこの値は, 参考に記載した青年鍛練群¹⁸⁾よりも有意ではないが高値傾向を示した。

HDL-*chol.*/T. *chol.* ratio については, 資料が少なく比較できないが, 鍛練者では有意な高値であり, 青年鍛練群と大差ない。

HDL-*chol.*/T. *chol.* ratio が高値であることは, 1) T. *chol.* 値が低い場合と, 2) HDL-*chol.* 値が高い場合が考えられるが, 非鍛練者における 35%以上高値群において, 20%未満の低値群よりも, HDL-*chol.* 高値率の方が, T. *chol.* の低値率を上まわっていた。また鍛練者の ratio が高いのも, T. *chol.* の低値率よりも HDL-*chol.* 高値率の方が上まわっていた。この事は, 参考にあげた青年鍛練群についても同様であった。またトレーニング実験においては, ratio が高値となった者が 8 名中 6 名に認められたが, この場合も T. *chol.* 低下率よりも HDL-*chol.* 増加率が上まわっていた。

このことは, 鍛練者の T. *chol.* 値が, 非鍛練者と比較して大差がなく, またトレーニング実験においても著しい低下をきたさなかった事などから, 高総コレステロール値を低下させるための運動療法が容易でないことを示唆している。

これに反し, 鍛練者の HDL-*chol.* 値は, 非鍛練者よりも著しく高値である。またトレーニング実験においては 8 名中 7 名が高値となり, しかも早い人では 9.9~10.9 週ぐらいから増加していることが認められた。

トレーニングにより HDL-*chol.* 値が増加する機序は不明であるが, 折茂¹⁹⁾は, HDL の合成が主として肝や小腸で行われ, 一部は血中で VLDL, カイロミクロンがリポ蛋白リパーゼの作用により分解する過程で生成されると考えられていること, 運動による腹部内臓領域の血流の減少によりトリグリセライドの合成が減少し, 更に筋肉がリポ蛋白リパーゼの作用によりトリグリセライドの脂肪酸をエネルギー源として直接とりこみ利用するので, 血中トリグリセライドが減少することから, おそらく筋肉中のリポ蛋白リパーゼの作用により VLDL が異化される過程で HDL が生成さ

れる可能性が考えられると推察している。

伊藤ら⁹⁾は, 高脂血症者の運動療法において, トリグリセライドの高値者で総コレステロール値の低下を認めている。その際 HDL-*chol.* は測定をしていないので定かではないが, 体脂肪量の著しい減少とトリグリセライド値の低下を伴っている。高総コレステロール・低トリグリ血症では, 総コレステロールの低下はわずかであった。

当該トレーニング実験において, 当初トリグリセライドが高めの K. A. T. O. においては総コレステロール値の低下を認めているが, トリグリセライド 88 mg/dl 以下の 5 名 (68.8±10.2 mg/dl) においては総コレステロール値が全員わずかに増加 (228.4±14.6 → 255.8±18.6 → 253.6±31.4 mg/dl) している。

これらは, 運動により筋肉中のリポ蛋白リパーゼが活性化されても, VLDL が少なく, 異化される過程での HDL の生成が悪く, コレステロールの肝臓への運搬が十分でないのではないかと考える。また当該被検者の HDL-*chol.* 値が最低でも 37 mg/dl 最高 83 mg/dl, 平均 60.9±14.0 mg/dl と最初から高く, その割に HDL-*chol.*/T. *chol.* ratio が 25.0±5.4%と低いことも, 肝へのコレステロール運搬力の相対的不足を推察させる。

トレーニング実験被検者のローレル指数は 156±24 で著しい肥満とはいえない, 体重は 63.4±9.2 → 59.8±6.9 → 60.2±7.7 kg で, 平均 48.3±8.9 週間のトレーニングにしては変化も少ないこと, 平均年齢が 48.8±4.3 歳であり, T. *chol.* 値が何歳頃から高値化したか定かでないが, 高 T. *chol.* 血症の期間が長いと推定する。また 243.1±27.0 mg/dl 程度の人では, すでにこの値に適応し, 異常値ではないものと考えるのが妥当であろう。

いずれにしても中高年高 T. *chol.* 血症者の運動療法は, HDL-*chol.* 値の著しい増加と長期間の持続を必要とするものと考えられる。

V ま と め

中高年高コレステロール血症者の運動処方設定に寄与することを目的にトレーニングが, 血中コレステロール値に及ぼす影響について, 二種の検討を実施した。

まず第 1 に, 本邦の中高年運動鍛練者及び非鍛

練者の総コレステロール値, HDL コレステロール値, 更にその比につき実態を把握すること。

第2に, 高コレステロール血症である中高年者に60% $\dot{V}O_{2max}$ 強度の全身的な運動処方を設定し, 運動療法に伴い上記値が如何なる変化を示すか, HDL コレステロール/総コレステロール比の増加は両者のいずれの変化に起因しているか, また総コレステロール値低下への HDL コレステロールの因果関係について検討した。

検査の対象者は, 非鍛練者(対照群)として, 20~59歳の男性74名, 女性126名を, 鍛練者は31~59歳の男性17名, 女性2名である。

トレーニング実験の対象者は, 非鍛練者で血清総コレステロール(以下 T.chol.と略)値が230 mg/dl以上の者, または T.chol.値に対する HDL コレステロール値の割合(以下 HDL/T.chol. ratio と略)が25%未満の男性3名, 女性5名である。

検討項目は, T.chol., 血清中の HDL コレステロール(以下 HDL-chol.と略), 血清中性脂肪(以下 TG と略), 血圧, 体重, 心電図などである。

1, 非鍛練者の検査結果について

1) HDL-chol. 及び HDL/T. chol. ratio の分布は, 中央値よりも若干負の方向に歪む傾向を示した。

2) HDL/T. chol. ratio の高値群では, 低値群に比し, HDL-chol. が有意な高値(高値率は男性+73.8%, 女性+51.6%), T. chol. が有意な低値(低値率, 男性-21.8%, 女性-30.9%)を示し, HDL/T. chol. ratio が高値であることへの関与の割合は HDL-chol. の増加が大きかった。

3) HDL/T. chol. ratio 高値群は, 低値群に比し男女共に TG が有意な低値を示し, また女性のローレル指数も有意な低値を示した。しかし, 血圧については有意差が認められなかった。

2, 鍛練者の検査結果について

1) 男性では, T. chol. は非鍛練者に比し有意差が認められなかったが, HDL-chol. は有意に高値を示した。従って, HDL/T.chol. ratio は有意な高値を示した。

2) 女性では, T. chol. は非鍛練者に比し高値を示したが, HDL-chol. はさらに高値を示した。したがって HDL/T. chol. ratio は高値であった。

3) HDL/T. chol. ratio が高値であることへの関与の割合は, 男女共に HDL-chol. が大きかっ

た。

3, トレーニング実験の結果について

(トレーニング前値を対照にした中間での検査値及び終了時検査値の比較)

1) T. chol. が低下した者は, 中間での検査で3名, 終了時の検査で3名がほとんど変化なく, 他はむしろ増加してしまった。

2) HDL-chol. が増加した者は, 中間, 終了時の検査とも7名で, ほとんど変化しなかった者が1名いたにすぎなかった。

3) HDL/T. chol. ratio が増加した者は, 中間, 終了時の検査とも5名であり, 逆に低下したものは終了時の1名で, 他はほとんど変化しなかった者である。

これらの結果を総合すると, 中高年者のトレーニングにより HDL-chol. は比較的容易に増加するが, T. chol. を低下させるのは容易ではなく, HDL/T. chol. ratio の増加への関与の割合は, T. chol. の低下よりも, HDL-chol. の増加が大きいたことが示唆された。

本研究費の一部は, 昭和56年度文部省科学研究助成金による。尚, 本研究に於いてトレーニング場を提供して下さった TAC の正村孝至氏及び運動指導にご協力下さった小澤孝氏に深く感謝致します。

文 献

- 1) Albers, J. J., Wahl, P. W., Cabana, V. G., Hazzard, W. R. and Hoover, J. J.: Quantitation of apolipoprotein A-I of human plasma high density lipoprotein. *Metabolism*, 25: 633, 1976.
- 2) Bang, H. O. and Dyerberg, J.: Plasma lipid and lipoprotein pattern in greenlandic West-Coast Eskimos. *Lancet*, June 5: 1143, 1971.
- 3) Enger, S. C., 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, 1977.
- 4) Holloszy, J. O., Skinner, J. S., Toro, G and Cureton, T. K.: Effect of a six month program of endurance exercise on the serum lipids of middle-aged men. *Am. J. Cardiol.*, 14: 753, 1964.

- 5) 伊藤 朗, 金刺喜美子, 井川幸雄: 肥満症の作業能力向上及び高脂血症改善のための運動処方. 体育科学, 2: 248, 1974.
- 6) 伊藤 朗, 鈴木政登, 金刺喜美子, 岩本圭史: 中高年者の血中脂質改善のための運動処方. 東京体育学研究, 1: 50, 1974.
- 7) 伊藤 朗, 鈴木政登, 井川幸雄: 成人病の運動処方における諸問題 (糖尿病及び高脂血症を中心として). 体力科学, 28(2): 184, 1979.
- 8) 伊藤 朗, 高橋徹三, 田崎洋治, 鈴木慎二郎: 高脂血症の予防・改善のための運動処方. 運動処方研究, 筑波大学運動処方特別プロジェクト研究報告書: 173~192, 1982.
- 9) 亀野靖郎: コレステロール及びエステル. 臨床検査, 22(11 臨): 1262, 1978.
- 10) Lehtonen, A and Viikari, J: The effect of vigorous physical activity at work on serum lipids with a special reference to serum high-density lipoprotein cholesterol. Acta. Physiol. Scand., 104: 117, 1978.
- 11) Lopez-S, A., Vial, R., Balart, L. and Arroyave, G.: Effect of exercise and physical fitness on serum lipids and lipoproteins. Atherosclerosis, 20: 1, 1974.
- 12) 中屋矩章: リポ蛋白代謝と役割, LDL, HDL-HDL₂, HDL₃, 治療, 62(11): 13, 1980.
- 13) 仁科甫啓: 中性脂肪, 臨床検査, 22(11 臨): 1304, 1978.
- 14) 折茂 肇: HDL-コレステロールに影響を及ぼす因子, 運動, アルコール, タバコ, ホルモンその他. 治療, 62(11): 83, 1980.
- 15) 桜林郁之介: HDL-コレステロール. 臨床検査, 23(2): 121, 1979.
- 16) 桜林郁之介, 河合 忠: HDL の正常値-測定法. 治療, 62(11): 49, 1980.
- 17) 清水 隆, 北田俊雄, 田淵誠一, 八杉忠男: 超遠心法によるリポ蛋白測定. 総合臨床, 28: 2050, 1979.
- 18) 山田哲雄, 杉浦崇夫, 藤田定彦, 角田 聡, 伊藤朗, 鈴木政登, 塩田正俊, 井川幸雄: 鍛練群の HDL-cholesterol 値について, 体力科学 28(4): 332, 1979.
- 19) 山田哲雄, 角田聡, 藤田定彦, 栗林 徹, 三上俊夫, 伊藤 朗: 高脂血症改善のための運動処方. 日本体育学会第 31 回大会号: 318, 1980.