

持久走が生体におよぼす良悪の影響を  
みるための長期間の継続的研究

横浜市立大学	片尾周造		
(共同研究者) 同	谷嶋二三男		
中京大学	石河利寛		
東京慈恵会医科大学	井川幸雄	鈴木政登	
明治生命 体力医学研究所	江橋博	西嶋洋子	
順天堂大学	形本静夫		
東京学芸大学	渡辺雅之		

**Effects of Physical Training Above Ten Years on  
Cardiovascular and Substance in Blood at Rest and After  
5 km Race**

by

Shuzo Katao, Fumio Tanishima  
*Yokohama City University*

Toshihiro Ishiko  
*Cyukyo University*

Sachio Ikawa, Masato Suzuki  
*The Tokyo Jikei-kai University School of Medicine*

Hiroshi Ebashi, Yoko Nishijima  
*Meiji Life Foundation*

Shizuo Katamoto  
*Juntendo University*

Masayuki Watanabe  
*Tokyo Gakugei University*

## ABSTRACT

5 km race have been held from 1973 to 1987 in every year. There were twelve joggers who have participated in the race consecutively. We investigated their changes in physiological and biophysiological parameters before and after 5 km race. Subjects were divided into two group, one was seven old-aged group (45~68 years old), and the other was middle-aged group (35~41 years old).

The following results were obtained;

1. Remarked increase in serum FFA level at rest and after 5 km race became noticeable at old-aged group since 10th 5 km race.
2. No remarkable changes in cardiovascular responses to 5 km race above ten years by the habit of endurance exercise.
3. But, there were some old joggers whose cardiovascular responses and blood biochemical parameters changed lager, when their running time reduced in 5 km race which they kept on long terms.

## 要 旨

持久走運動が生体におよぼす影響をみるために、1973年から1987年の間、毎年1回、5 km 走を行った。15年間にわたりのべ614名検査した。今回はこの中より10年以上継続参加した例を、中高年群として7名（45歳から68歳、1987年9月現在平均年齢56歳）、中年群として5名（35歳から41歳、平均年齢38歳）を選出し、一部の検査結果をもとに検討した結果以下の結論を得た。

1. 長期間の持久的運動習慣により、5 km 走に対する循環機能の応答は10年以上維持されていた。
2. 中高年群において、5 km 走時のエネルギー源として、遊離脂肪酸の利用が増加した。
3. 中高年者が長期間維持していた持久走の所要時間を短縮することはあまり望ましくない。

## 緒 言

最近ますますジョギング愛好者が増加し、各地

で行われるマラソン大会の参加者数も急増してきている<sup>1)</sup>。しかし、一般の愛好者は単に走ることが好きであり、より速く、より長く走ることに目標を置きがちである。また、メディカルチェックはともかく、ジョギングが生体におよぼす生理、生化学的影響については関心があまりなく、自ら採血などを行い検査することを嫌う傾向にある。このような風潮の中、著者らは、日本体力医学会の際に行われる持久走大会において、持久走運動が生体におよぼす影響をみるために、生理、生化学的測定を15年間にわたり継続してきた。そして、高齢者を含めた多くの被検者の検査資料を得ることができた。

そこで、今回はその資料の一部を整理し、10年以上の運動が生体におよぼす影響について検討を加えたので報告する。

## 研究方法

1973年から1987年の間、毎年1回、5 km 走を行った。持久性能力を観察するための5 km 走

は、被検者の希望によりA組とB組に分けられた。A組は年齢35歳未満で着順により順位が決定され、B組は女子あるいは年齢35歳以上で、あらかじめ申告しておいた走行時間に、自己のランニングタイムに近い順に順位が決定される競技方法である。しかし、年齢は一つの目安であり、本人の希望が尊重される。5km走当日は脂肪分を極力避けた朝食を採り、その後はすべての飲食を禁

じ、午後1時から2時の間にスタートした。ただし15回大会のみ早朝空腹時に行った。

5km走前後に、血液学的検査(18項目)、血液生化学的検査(10項目)、尿量、尿検査(6項目)、血圧、脈拍数などを測定した。

15年間にわたりのべ614名検査した。今回はこの中より、中高年群(O群)として参加回数の非常に多い7名(45歳から68歳、1987年9月現在平

表1 5km走前後の検査結果の平均(1)

	大会 (回)		体重 (kg)	脈 拍 (拍/分)		血 圧 (mmHg)				B S (mg/dl)		L A (mg/dl)	
						最 高		最 低		B	A	B	A
				B	A	B	A						
M	4	$\bar{x}$	61	61	147	125	162	74	63	88	175	15	118
		SD	5.1	5.0	12.6	9.8	5.7	6.2	17.0	24.9	50.0	1.2	24.4
	7	$\bar{x}$	62	62	162	122	136	68	57	107	155	13	76
		SD	6.8	3.2	22.1	8.8	21.6	5.3	16.9	18.7	39.1	3.1	13.8
9	$\bar{x}$	62	64	165	122	138	76	49	80	127	12	81	
	SD	6.3	2.6	7.3	8.5	20.3	3.3	31.3	6.4	33.1	2.4	17.3	
群	13	$\bar{x}$	61	65	164	121	161	72	61	78	122	8	93
		SD	5.1	7.3	12.1	8.7	20.1	4.1	11.5	13.0	32.5	2.0	20.5
O	1	$\bar{x}$	61	—	—	124	161	81	81	86	177	17	97
		SD	9.5	—	—	6.5	20.1	7.6	13.2	18.0	86.8	3.7	16.0
	2	$\bar{x}$	60	—	—	128	165	81	67	92	142	14	82
		SD	9.3	—	—	10.7	22.6	5.4	27.5	12.8	50.6	3.4	12.1
	4	$\bar{x}$	61	64	139	123	149	80	73	102	179	16	87
		SD	9.4	6.9	26.4	17.2	14.5	9.0	13.9	11.1	70.3	1.6	26.3
	5	$\bar{x}$	60	65	142	131	153	84	61	77	118	—	—
		SD	9.7	7.4	19.9	15.3	16.1	10.2	19.6	11.6	49.8	—	—
	6	$\bar{x}$	61	66	151	127	137	77	74	70	126	11	90
		SD	9.2	6.0	15.6	16.0	20.0	10.6	7.3	10.6	56.6	6.0	26.8
	9	$\bar{x}$	61	65	149	125	130	83	75	80	138	14	66
		SD	9.8	6.2	21.7	21.3	22.0	10.7	8.1	9.7	56.0	3.0	11.4
	10	$\bar{x}$	61	66	133	127	143	79	78	89	170	12	107
		SD	10.0	6.9	15.8	12.6	24.6	8.5	9.8	12.4	80.1	4.0	16.7
	群	13	$\bar{x}$	61	63	138	136	175	85	77	92	167	11
SD			10.0	8.1	34.1	20.8	13.3	6.6	10.0	6.8	51.9	1.5	14.2
14	$\bar{x}$	—	69	139	134	151	83	82	89	163	12	87	
	SD	—	7.1	14.5	19.9	21.2	10.9	5.9	11.9	53.8	4.4	23.2	
15	$\bar{x}$	60	63	140	126	163	85	70	92	173	9	98	
	SD	9.6	8.3	26.0	12.8	30.0	6.0	7.9	3.7	53.9	2.5	19.8	

均年齢 56歳), 中年群 (M群) として 4回, 7回, 9回そして 13回大会のすべてに参加している 5名 (35歳から 41歳, 平均年齢 38歳) を選び一部の検査結果をもとに検討を加えた。これらの被検者は, 日ごろから持久的運動を行っているものがほとんどである。

結 果

表 1, 表 2 に 5 km 走前後の生理, 生化学的検査結果を示した。M群が 4つの大会の結果しか記載していないのは, 被検者全員が参加している大会が少ないためである。

まず O群の体重は 15年間, 60kg~61kg の間に維持されている。運動前脈拍数は 60拍/分台, 運動後では 130~150拍/分台とほとんど変化していない。運動前最高血圧は 120~130mmHg 台, 運

表 2 5 km 走前後の検査結果の平均 (2)

大会 (回)		5 km time (sec)	F F A ( $\mu$ Eq/l)		T G (mg/dl)		G O T (mU/ml)		C P K (mU/ml)		U A (mg/dl)		
			B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
M 群	4	$\bar{x}$ SD	1,181 167.0	386 99.4	556 188.0	106 27.0	141 35.6	17 2.5	23 5.0	56 18.6	84 25.7	4.9 0.35	5.7 0.48
	7	$\bar{x}$ SD	1,457 206.4	473 125.2	730 294.1	96 55.3	85 34.8	15 1.1	17 2.0	73 20.7	87 24.0	5.2 0.61	6.2 0.77
	9	$\bar{x}$ SD	1,464 244.0	260 100.7	432 199.7	121 76.2	150 61.4	17 2.9	17 2.3	98 36.5	118 40.2	5.3 0.48	6.5 0.75
	13	$\bar{x}$ SD	1,473 291.0	266 101.4	512 180.9	114 74.1	128 83.3	15 2.4	20 2.5	82 12.3	100 11.4	5.5 0.75	6.4 1.06
O 群	1	$\bar{x}$ SD	1,311 168.1	244 93.0	406 185.7	82 29.6	92 31.7	16 4.3	47 5.5	52 25.5	63 28.5	5.8 1.02	6.9 0.94
	2	$\bar{x}$ SD	1,374 165.5	240 120.1	347 154.7	117 22.7	103 11.8	18 9.6	44 13.3	49 26.2	56 27.4	—	—
	4	$\bar{x}$ SD	1,353 121.4	304 50.0	534 142.1	132 70.0	107 46.2	22 6.2	26 6.2	70 69.6	90 88.0	5.4 0.90	6.1 0.69
	5	$\bar{x}$ SD	1,251 150.7	—	—	106 40.2	102 40.6	19 2.3	21 5.2	81 53.1	97 51.3	5.5 1.02	6.5 1.33
	6	$\bar{x}$ SD	1,588 204.3	570 233.0	966 266.7	109 60.3	103 50.6	21 3.1	22 2.6	75 29.7	87 39.8	5.6 1.03	6.6 1.50
	9	$\bar{x}$ SD	1,593 193.7	347 203.0	586 232.4	96 30.6	122 37.8	17 2.2	22 3.4	98 50.0	116 59.0	7.4 0.98	6.1 0.64
	10	$\bar{x}$ SD	1,551 170.6	713 246.8	1,053 134.4	145 83.1	133 69.4	16 2.0	15 3.8	59 14.0	70 15.4	5.5 0.65	6.4 0.73
	13	$\bar{x}$ SD	1,593 274.8	657 308.6	1,023 256.4	124 76.3	122 73.1	19 5.3	24 6.0	115 71.1	131 80.6	6.1 1.22	7.1 1.49
	14	$\bar{x}$ SD	1,625 326.0	481 131.7	940 244.5	125 64.5	118 54.1	17 3.7	19 4.3	76 39.0	89 44.8	5.8 0.95	7.0 1.15
	15	$\bar{x}$ SD	1,650 313.1	479 141.7	749 154.9	135 105.2	118 70.0	20 3.4	23 4.1	121 71.2	147 86.9	6.1 1.46	7.1 1.63

動後では、1～5回大会が150～160mmHg、6～10回大会が130～140mmHg、13回大会以降が150～170mmHgと13回大会以降最高血圧が上昇傾向を示している。最低血圧は運動前に比較して運動後が常に低い値を示している。しかし、有意な差ではなかった。乳酸は運動前の値が13～15回大会と1～4回大会と比較すると有意に低下している。遊離脂肪酸も13回大会以降と1回および2回大会と比較して運動前後とも有意差が認められた。中性脂肪やコレステロール（表に記載されていない）には変化がみられない。運動後のGOTは大会回数が増すとともに有意に低下してきている。GPTも同様な傾向である（表に記載されていない）。UAには有意な変化はみられなかった。CPKは運動前で1回、2回大会と14回、15回との間に、運動後では1回大会と13回大会の間に有意差がみられた。5kmの所要時間は平均値でみると大会とともに増加してきており、1回や4回大会と比較すると15回大会などで有意差がみられた。

次にM群についてみると、体重は61～62kgで10年間維持されている。運動後脈拍数は140～160拍/分台とO群に比較して10拍/分程度多かった。

逆に運動後の最高血圧は130～160mmHg台、最低血圧は40～60mmHgと低めの値を示している。その他、乳酸やCPK（4回大会と13回大会）以外の項目においては大会に伴う有意な変化はみられなかった。

以上の結果のうち遊離脂肪酸について図1に示したが、M群に比較してO群で増加していることがわかる。

図2はO群の2名の被検者（T.A.とH.S.）の最大酸素摂取量（T.A.はトレッドミル、H.S.はエルゴメータ）、体重および5km走の所要時間の15年間の推移をみたものである。最大酸素摂取量、体重とも変化がないことがわかる。所要時間はT.A.では13回大会以降短縮している。H.S.も11回大会以降短縮傾向である。

図3、図4はT.A.の脈拍と血圧およびGOTとCPKの15年間の推移である。11回大会以降、運動後の最高血圧が上昇していることが特徴である。GOTは大会とともに低下傾向を示しているが、CPKは上昇傾向を示し、特に13回および15回大会では高値を示している。

図5、図6はH.S.の脈拍と血圧およびGOTとCPKの15年間の推移である。13回および15回

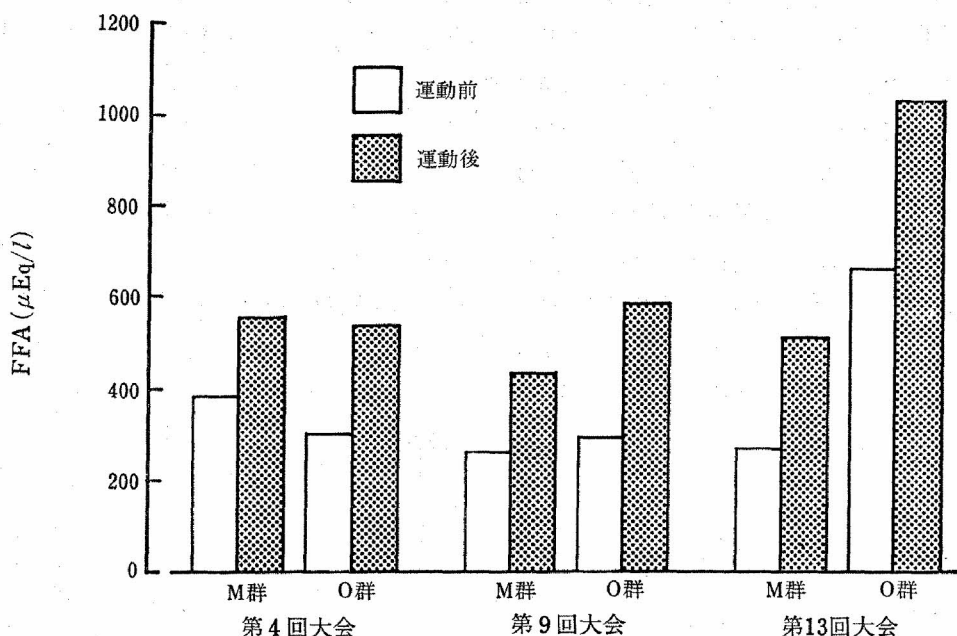


図1 5km走前後のFFAの平均値の推移

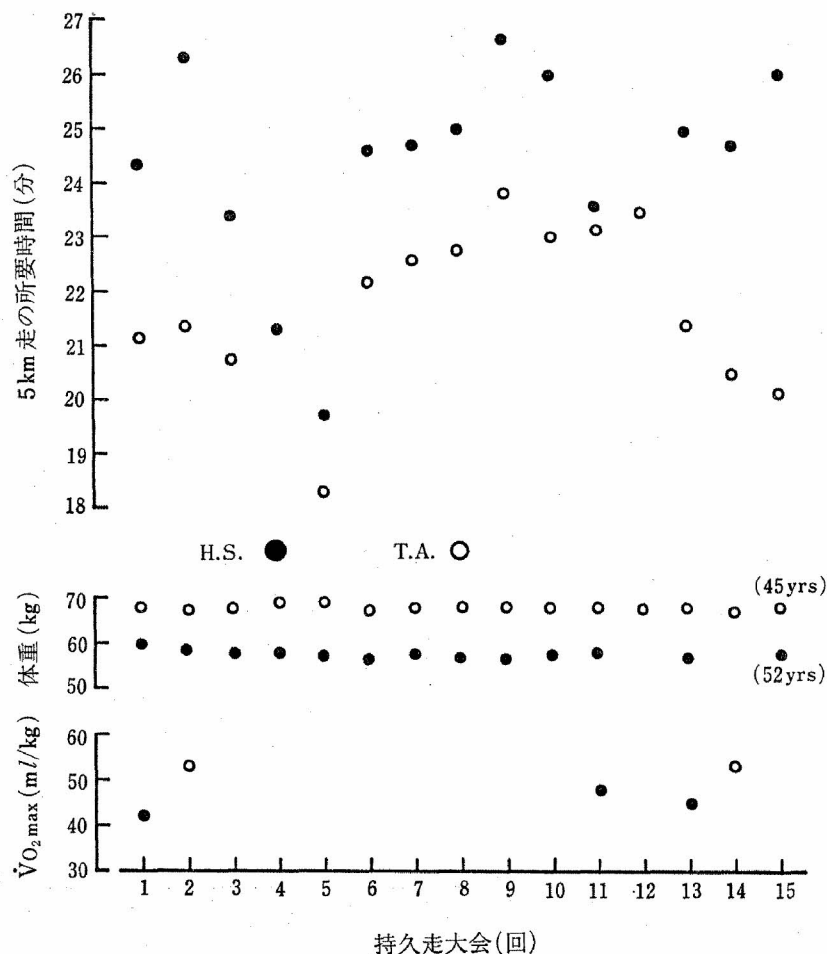


図2 最大酸素摂取量と体重および5 km 走の所要時間の推移 (2例)

大会の運動後の最高血圧が高い。しかし、安静時の血圧は15年間維持されている。GOT は低い値で維持されているがCPK は13回大会以降高値を示している。

### 考 察

持久運動が日本人の中高年者に与える影響については多くの研究がある<sup>2,3)</sup>。しかし、その多くが長いものでも、2年以内の検査結果に基づく報告である<sup>4-6)</sup>。10年以上にわたる報告は少なく<sup>7)</sup>、また、毎年継続して検査した結果を10年以上にわたってまとめて報告した例はほとんどない<sup>8)</sup>。

今回著者らは平均年齢 56歳の中高年群 (O群) と 38歳の中年群(M群) の10年以上にわたる 5 km 走前後の検査結果の一部をまとめたので、以下に記載する。

まず 5 km 走にはA組とB組の区別があるが、各自が自分の思ったペースで走ることには変りがないので区別して考えていない。

さて、体重の推移は両群とも 1 kg の変動しかみられないことは、ウェイトコントロールが十分いきとどいており、加齢とともに体重が増加しやすいことを考えれば、運動習慣が役立っているものとする。

O群において、運動前後の脈拍数や血圧が15年間ほとんど変化がないことから考えて、循環機能も大きく衰えてきていないことがうかがわれる。M群も変動はしているものの10年間循環機能を良好に保持しているものとする。また、両群とも運動後の最低血圧が 90mmHg 以下<sup>9)</sup>であり、運動前値よりつねに低い値をとっていることは 5 km 走に対して循環機能が十分応答していると考え

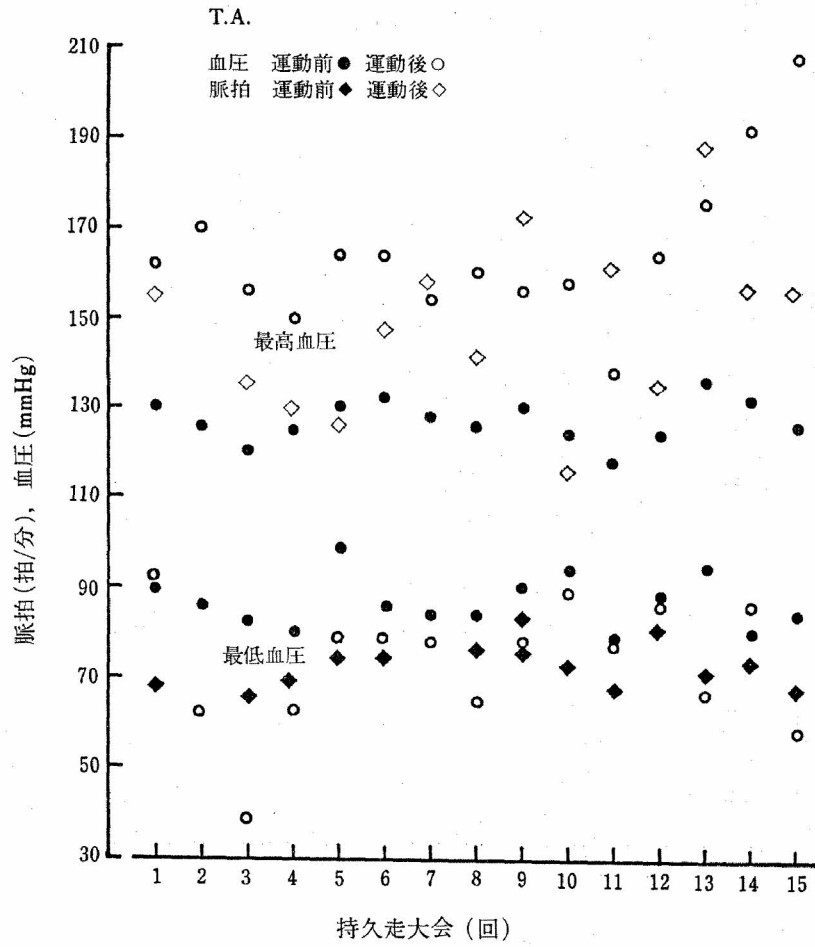


図3 5km 走前後の脈拍と血压の推移 (T.A.)

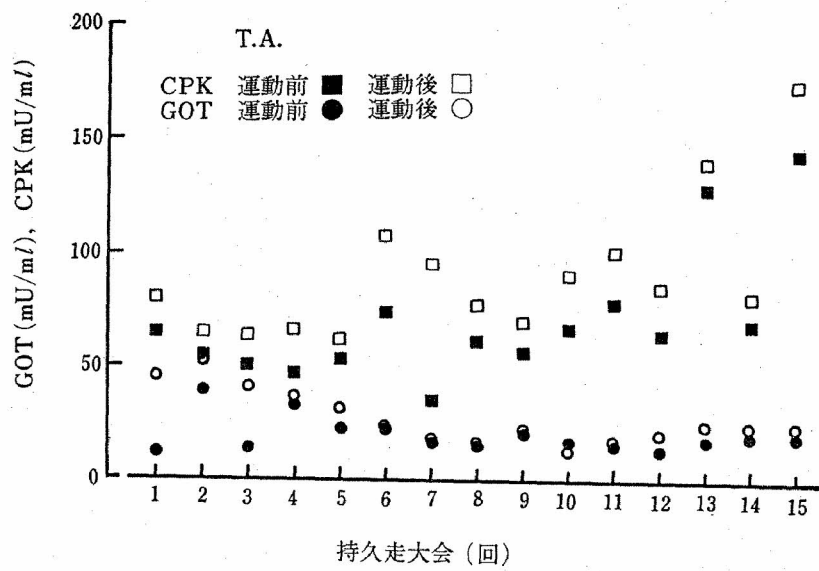


図4 5km 走前後の GOT と CPK の推移 (T.A.)

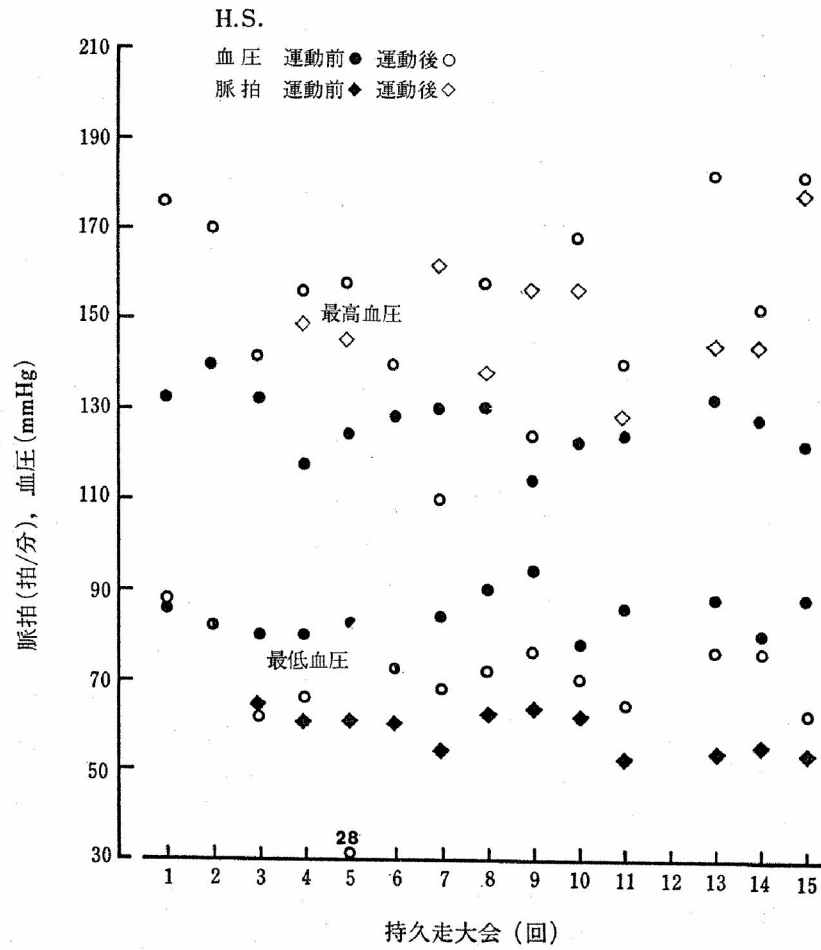


図5 5km 走前後の脈拍と血圧の推移 (H.S.)

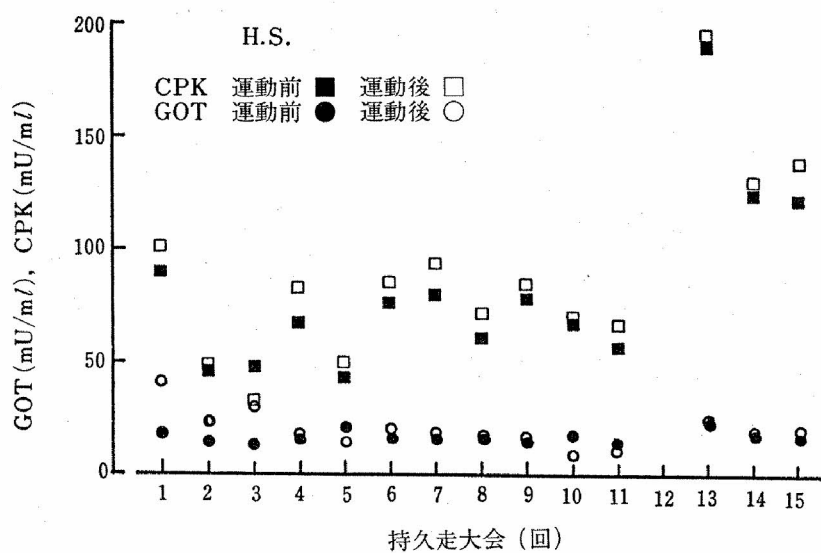


図6 5km 走前後の GOT と CPK の推移 (H.S.)



えられる。しかし、最高血圧において、運動後の血圧が運動前に比較して常に高いことは力走傾向の5 km 走である<sup>10)</sup>可能性があることを示している。

脂質代謝の影響については、O群のFFAが大会初期に比較して10年目当りから有意に増加してきている。しかし、M群は10年間ほとんど変化を示していない。これは、O群がスピード志向でなく十分なエアロビクス運動を心掛け、持久走力の維持に目標をおいてジョギングなどを行っている者が多いことを示していると考えられる。運動後の脈拍数が130拍/分が多くなっていることも脂質が燃焼されやすいスピードになってきていることを示している。TGやTchの短期間の運動の影響についての種々の報告<sup>3,10,11)</sup>は多くあるが今回の15年間の検査結果では、TGおよびTchとも変化がみられなかった。

GOTやGPTは大会初期の頃は運動後の増加が多かったが、しだいに両群とも運動前後の差が少なくなっている。これは運動に対するストレスが減少してきていると考えられる<sup>12)</sup>。逆にCPKは両群とも大会の推移とともに増加してきている。しかし、有意な増加ではなく、正常値内であること、また、筋の活動が活発になることにより増加すると考えられている<sup>10,12)</sup>ことから考えてストレスの指標とはならない。しかし、急激な上昇はなんらかの変化を示すもので、一様留意しておく必要はあると考える。

尿酸も有意な差ではないが、両群とも上昇傾向である。7.0mg/dl以上の発生頻度を両群で比較してみると、運動前では、O群の2名が13回大会に認められただけである。運動後についてみると、4回大会においては両群とも1名も認められなかったのが、9回大会でO群6名、M群2名、そして13回大会でO群4名、M群2名と増加している。尿酸の上昇傾向は必ずしも運動の影響ばかりでなく、加齢や食生活の影響も考えられる。

しかし、激しい運動後尿酸値が高くなる<sup>13)</sup>ことから無視することはできない。

以上のように両群の平均値から持久運動のおおまかな傾向をとらえることは可能である。しかし、運動処方を考える場合には、個人差を考慮することが重要になってくる。そこで、O群の中から2名の被検者を選び15年間の推移を考察した。

図2から図6にみられるように、両被検者に共通することは、体重や最大酸素摂取量がほとんど変化していないこと、5 km 走の所要時間が10回あるいは11回大会以降から短縮傾向であることが挙げられる。他の測定項目も共通した変化であると考えてもよい。これらのデータから15年間で3期に分類できる。すなわち、1期は5 km 走初期の頃で、走行時間の短縮やGOTおよびGPTの値が低下していくように、持久運動効果が比較的顕著に表れている時期である。2期目は1期の効果が安定し、加齢とともに走行時間が徐々に増加し、効果のあった測定項目も上下動を繰返す時期である。そして、3期は、特に走行時間の増加を抑えるだけでなく短縮を目標に今までの運動習慣を大きく変えた時期と推察される。そのためか、T.A.においては13回から15回大会の運動前後のCPKが高く、運動後の最高血圧も200mmHgを超えることもあった。H.S.においても13回から15回大会のCPKが高く、運動後の最高血圧が180mmHgを超えることもあった。このように、中高年者でもトレーニングにより5 km 走の所要時間の短縮は可能であるが、生理、生化学的検査結果を十分考慮しておくことが大切であると考えられる。

今回は一部の検査結果について報告したが、別の機会に持久走大会の結果を総合的に報告する予定である。

#### 文 献

- 1) 横浜市スポーツ振興事業団；横浜マラソン大会、

- S・PORT, 11, 1—5 (1988)
- 2) 片岡幸雄, 生山匡, 和田光明, 佐野裕司, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺剛, 西田明子, 小山内博; 中高年高血圧者のランニングに伴う血圧変動, 体力研究, 60, 13—24 (1985)
  - 3) 矢野徳郎, 小川新吉, 浅野勝己, 吉田善伯, 藤牧利昭, 富原正二, 小原達朗, 伊藤朗, 井川幸雄; 中高年長距離走者のマラソン走行前後の血液成分, 体力科学, 31, 155—162 (1982)
  - 4) 石井喜八, 入川松博; Aerobic training の期間の検討, 体育科学, 5, 23—29 (1977)
  - 5) 南谷和利, 辻博明; 中高年者の体力と運動に関する研究(3), 体育科学, 9, 228—236 (1981)
  - 6) 山地啓司, 横山泰行; 持久性トレーニング(強度, 時間, 頻度, 期間)の最大酸素摂取量への影響, 体育学研究, 32(3), 167—179 (1987)
  - 7) 岡田邦夫, 井関敏之; 10年間の企業内健康・体力づくりプログラムの従業員の健康に及ぼす効果, 体力科学, 37, 192—201 (1988)
  - 8) 小野三嗣; 長期間ジョギングにおける至適頻度の追究(第1報), 体力科学, 34, 65—72 (1985)
  - 9) 小原達朗, 小川新吉, 浅野勝己, 吉田善伯, 藤牧利昭, 矢野徳郎, 富原正二; 中高年者の長距離走前後の血圧および心電図の変動について, 体力科学, 30, 137—147 (1981)
  - 10) 小野三嗣, 山田茂; 暴風雨下 26km 急歩の中年女子の身体に及ぼす影響について, 体力科学, 24, 25—33 (1975)
  - 11) 星川保, 豊島進太郎, 松井秀治; 中年者における体育科学センター方式運動処方の実践と効果に関する研究, 体育科学, 5, 1—16 (1977)
  - 12) 井川幸雄, 鈴木政登, 塩田正俊, 中島孝之, 岩本圭史; 自動車関連業務および事務系等職従事中高年者の安静時および12分間走の血液性状と走成績, 体育科学, 9, 215—227 (1981)
  - 13) 井川幸雄; 代謝面からみた中高年者の運動, モダンメディスン, 8(6), 36—45 (1979)