中高年者の長距離走前後の血圧及び心電図の変動について

小 原 達 朗* 小 川 新 吉** 浅 野 勝 己**
古 田 善 伯*** 藤 牧 利 昭**** 矢 野 徳 郎**
富 原 正 二*****

CHANGES IN BLOOD PRESSURE AND ECG BETWEEN BEFORE AND AFTER LONG DISTANCE RUNNING IN MIDDLE-AGED AND OLD RUNNERS

TATSURO OBARA, SHINKICHI OGAWA, KATSUMI ASANO, YOSHINORI FURUTA,
TOSHIKI FUJIMAKI, TOKUO YANO AND MASAJI TOMIHARA

In order to elucidate the changes of cardiovascular functions on the long distance running in middle-aged and old men (aged 40-87 years) performing the running training at least over a year measured on blood pressure and ECG before and after the 10km, 25km and 42km running, respectively. Furthermore, several runners fainted during and at the end of running were also measured on the blood pressure at the fainting. The results were summarized as follows,

In the 10km, 25km and 42km running the average values of systolic (excepting the 10km), and diastolic pressure after running were significantly lower than those average values before running. Further, it was noted that the higher the systolic and diastolic pressure before running were the more the reduction of those blood pressure after running in any distance, and also with the prolongation of running distance the reduction of those blood pressure became more remarkable. Especially, the reduction of blood pressure in the fainted runners was very remarkable. On the other hand, the pulse pressure showed no significant difference between before and after running.

On the observation of ECG recorded before and after running, the shortening of PQ interval and the prolongation of QTc were noted after running, especially the prolongation of QTc in a group of 42km was remarkable. While the reduction of TII voltage was also found after running.

It may be therefore thought that a long distance running in middle-aged and old men bring on large changes for their cardiovascular functions, even if they continued the running training over a year.

(J. Physical Fitness Japan 1981, 30 : 137~147)

I. 結 言

いま、わが国では、出生率の低下と平均寿命の延長による人口の老令化により、老人医療費の増

加という問題を抱えている。また、60才停年時代を迎えて中高年者が労働に耐えうることが社会的要請となっており、中高年者の健康と体力の低下の防止と維持・増進の期待が高まっている¹⁴⁾。こ

* 長崎大学教育学部

** 筑波大学体育科学系

*** 岐阜大学教育学部

**** 埼玉医科大学

***** 日本大学医学部

Faculty of Education, Nagasaki University. Nagasaki-shi, Nagasaki-ken 852

Institute of Health and Sport Science, The University of Tsukuba. Ibaragi-ken 305

Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gifu University. Gifu-shi, Gifu-ken 502

Saitama Medical School. Saitama-ken 350-04

Department of Medicine, Nihon University. Itabashi-ku, Tokyo 173

のような背景にあって中高年者を対象とした持久走大会は、今や全国各地で実施されており、その参加者は相当数にのぼっているものと思われる。これらの中高年者は、長期間にわたってトレーニングを継続している者もあるが、中には、短期間のトレーニングで大会に参加し、長い距離に挑む者も少なくない²⁰⁾。

従来、中高年者の身体トレーニングによる体重、皮脂厚など形態あるいは呼吸循環系を中心とした種々の生理機能の改善に関する報告が数多くなされている³⁾⁹⁾¹²⁾¹⁹⁾²²⁾²⁶⁾²⁹⁾³⁰⁾³²⁾。しかし、1時間を超える長距離走における生理機能の変動に関する報告は少なく²¹⁾²⁵⁾、さらに、この種の大会において幾度か不幸な事故が生じているにもかかわらず、中高年走者にいかなる生理機能の変動を招来するかについては、未だ十分な検討がなされていない²³⁾²⁴⁾。

そこで、我々は、運動中あるいは運動後の事故にもつながる循環系機能の変動に関して、特に、長時間の運動後に認められる 血圧陰性相⁽⁴⁾⁽¹⁸⁾⁽²¹⁾⁽²⁵⁾の本態を明らかにするために、1975年の第8回国際高令者走大会と1976年の多摩湖マラソン大会および第5回タートルマラソン全国大会での実際の持久走大会における走行前後の血圧および心電図を測定した。また、第5回タートルマラソン全国大会においては、走行中あるいはゴール後卒倒した者の身体状況を明らかにするために卒倒後の血圧についても測定したので併せて検討した。

II. 研究方法

1. 対象とした競技会

- ・第8回国際高令者走大会（10km, 25km）
1975年9月，山梨県山中湖畔
- ・多摩湖マラソン大会（42.195km）

1976年4月，東京都多摩湖畔

- ・第5回タートルマラソン全国大会 (10 km, 25 km)

1976年9月，静岡県田子の浦海岸

2. 被験者

前述の3競技会に参加した中から被験者の人数は、表1に示すように10km群102人、25km群95人および42km群10人で、これら全被験者の走行前後の血圧を測定した。走行前後の心電図は、10km群4人、25km群7人および42km群9人を抽出して測定した。また、走行前後の体重は、10km群10人、25km群13人および42km群10人について測定した。さらに、第5回タートルマラソン全国大会においては、走行中あるいはゴール後卒倒した者8人について卒倒直後の血圧を測定し、走行前値との比較を行った。なお、被験者は、全員男子を対象とした。

3. 測定方法

安静時血圧は、椅座位にて大会前日もしくは大会当日のウォーミングアップ以前に測定し、これを走行前値とした。血圧の測定は、水銀血圧計を用い聴診法により行った。ただし、第8回国際高令者走大会においては、これとパラマ社製デジタル自動血圧計による方法を併用した。走行後の血圧は、走行直後から走行後3分目にかけて安静時血圧と同様の方法により測定した。

心電図は、フクダ電子製3素子の心電計を用い
走行前後とも仰臥位における標準12誘導を記録し
た。

走行中あるいはゴール後摔倒した者の血圧は、走路監視中に摔倒者に遭遇した場合に摔倒後直ちに測定した。

体重は、天秤体重計によりランニングパンツのみの着衣にて10gの単位まで測定した。

Table 1. The number and age of the subjects

	Blood pressure											ECG	Fainting
	10km					25km					42km		
Age (yrs.)	40-49	50-59	60-69	70-	Total	40-49	50-59	60-69	70-	Total	Total	Total	Total
Number	29	23	28	22	102	29	30	25	11	95	10	20	8
Mean age	44	55	65	76.9	59.1	45	54	64	73.6	56.2	56.3	57.5	54.6

Fig. 1. Mean running time and speed on each running distance

III. 結 果

1. 走行スピードについて

図1は、被験者の各走行距離における平均走行スピードと平均所要時間について示したものである。平均所要時間は、10km 群が 62.8 ± 21.0 分、25km 群が 138.3 ± 23.5 分、42km 群が 249.2 ± 28.1 分であった。しかしながら、平均スピードは、一般的には10km 群が速いと考えられるが、本結果では、25km 群が最も速くて 180.8 ± 26.3 m/分、次いで42km 群の 169.3 ± 19.1 m/分で、10km 群は 159.2 ± 39.9 m/分で最も遅かった。このことについては考察の項で後述する。

2. 走行前後の血圧について

本被験者の走行前の安静時血圧の年代別平均値および標準偏差は、図2に示したように収縮期血圧は、64才までは日本人平均値¹⁶⁾とほぼ同様であるが、65才以上では増加せず、むしろ40才代と同様の横ばい状態にあり、拡張期血圧は、日本人平均値と同様の傾向を示した。

図3は、各走行距離別に収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧および脈圧について走行前と走行後の平均値と標準偏差の変動を示したものである。

安静値は、10km 群と 25km 群はいずれの血圧もほぼ等しく、42km 群でやや低値を示している。走行後の値は、10km 群は拡張期血圧と平均血圧において走行前に対し統計的に有意な低下を示し、収縮期血圧と脈圧は有意な変動を示さなかった。25km 群と 42km 群は、収縮期血圧、拡張期血圧および平均血圧とも走行前に対し走行後有意な低下を示した。脈圧については、いずれの距離群とも平均値はほとんど変動がみられなかつ

Fig. 2. Comparison of blood pressure between present data and Japanese average.

Fig. 3. Comparison of blood pressure between before and after running.

Table 2. Correlation coefficients between age, running time and blood pressure at rest and difference of each blood pressure (Rest-After)

	Δ Systolic pressure			Δ Diastolic pressure			Δ Pulse pressure		
	10km	25km	42km	10km	25km	42km	10km	25km	42km
Age	-0.109	-0.115	-0.510	0.082	-0.047	0.158	-0.055	-0.096	-0.456
Running time	-0.209	-0.068	-0.448	-0.180	0.072	0.388	-0.279	-0.279	-0.750
Systolic pressure (Before)	** -0.277	*** -0.383	* -0.676						
Diastolic pressure (Before)				** -0.253	*** -0.475	-0.534			
Pulse pressure (Before)							*** -0.366	-0.219	** -0.679

* : $P < 0.02$ ** : $P < 0.01$ *** : $P < 0.001$

Fig. 4. Relationship between running time and difference of pulse pressure (Rest-After)

た。

さらに、収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧および脈圧について、各距離群ごとの変動の幅についてみると、脈圧を除いて距離が延長するに従って大きな低下を示した。

次に、これらの血圧変動に関係をもっと考えられる年齢、走行時間、走行前の血圧および脈圧と走行前後の血圧差および脈圧差との関係をみるために各々の相関係数を求め表2に示した。

その結果、いずれの距離群とも走行前後差値と年齢との間に有意な相関は認められなかった。走行所要時間との関係についてみると、脈圧の走行前後差値との間にいずれの距離群とも有意な負の

相関が認められた。これらの各被験者ごとの値をプロットしたものが図4である。10km および25km 群は、有意な相関ではあるが相関係数も小さく分布に大きな幅がみられた。42km 群では、高い負の相関が認められ、走行所要時間の長い者は走行後の脈圧の低下が大きいことを示している。

次に、収縮期血圧、拡張期血圧および脈圧の走行前後差値とそれぞれの走行前値との関係をみると、42km 群の拡張期血圧と25km 群の脈圧に有意な相関は認められなかったが、他の項目の相関は、いずれも有意のものであった。図5-a, b, c にこれらの各被験者ごとの値と各距離別の回帰直

Fig. 5-a

Fig. 5-b

Fig. 5-c

Fig. 5-a, b, c. Relationship between rest and difference of systolic, diastolic and pulse pressure (Rest-After)

線を示した。

図5-aは、収縮期血圧の走行前値に対する走行後の各被験者ごとの変動を示したものである。回帰直線は、走行距離が延長するに従って走行前値に対し走行後に低下する、すなわち陰性化が高度になることを示している。特に、収縮期血圧 160 mmHg 以上になると 23人中 20人が陰性化し、その程度も大きい。

図5-bは、同様に拡張期血圧について示したものである。収縮期血圧と類似した傾向を示しており、拡張期血圧 90mmHg 以上では48人全員が陰性化しており、全被験者を合すると 207 人中 173 人が走行前に対し走行後低下しており、拡張期血圧では陰性化の傾向が強いことを示している。

図5-cは、脈圧について同様に示したものであ

る。収縮期血圧や拡張期血圧に比べて 10km, 25 km 群では、顕著な差は認められなかった。

3. 走行前後の心電図について

図6は、走行前後の心電図変化について示したものである。時間因子としてP波幅、PQ間隔、QTc および RR 間隔について示し、波高の因子としてP波高、QRS 高、T波高の7因子を標準誘導により、RV_s波高は、胸部誘導により記録したものである。図の斜線部分は、走行前を安静時として、時間および波高の正常範囲からの逸脱を表わし、それ以外の部分は安静時の正常範囲を表わしている。心電図の正常値は、臨床検査法提要¹¹⁾の判定基準を用いた。また、表3には走行前後の心電図測定者全員の走行前の安静心電図の平均値と標準偏差について示した。

Table 3. The mean values and SD at resting ECG

Duration (sec)				Voltage (mm)			
P	PQ	QTc	RR	P	QRS	T	RV ₅
0.10 (0.01)	1.02 (0.03)	0.40 (0.13)	1.02 (0.11)	1.22 (0.77)	13.30 (3.73)	3.05 (1.33)	20.35 (6.43)

Fig. 6. Changes of ECG before and after running.

その結果, 安静心電図においては, QRS 波高および T 波高の減高, PQ 延長は少なく, むしろ RR 間隔 1.0 秒を超える洞性徐脈の者が 20 例中 12 例と比較的多くみられた。心筋の虚血反応を示すような ST, T 波の変化は認められなかった。

走行前後の心電図を比較すると, P 波幅は走行前に対し走行後にやや短縮する傾向にあるが, ほとんど変化はなかった。PQ 間隔もほとんど変化はなかったが, 25km 群の 1 例で走行後著しく短縮していた。また, 走行前に PQ 延長を示していた 2 例とも走行後正常範囲にあった。QTc は, 走行前に対し走行後にやや延長の傾向にあり, 中でも 10km 群, 25km 群でそれぞれ 1 例が大きな延長を示し, 特に 42km 群の 4 例で大きな延長を示したのは注目される。RR 間隔は, 全例が走行前に対し走行後に短縮した。P 波高は, ほとんど変化はなかった。QRS 波高もほとんど変化して

いないが, 42km 群の 2 例で走行後の減高の程度が大きい低電位差の範囲ではなかった。T 波高は, 走行前後を比較する限り走行後やや減高傾向にあるものの特に変化はないが, T 波平低化基準の 2 mm 以下および R 波高の 1/8 以下になる例をあげると, 番号 1 と 5 は走行前に T 波平低化であったが, 走行後は正常化した。一方, 25km 群の番号 2, 3, 4 は走行前は正常範囲にあったが, 走行後に平低化した。RV₅ 波高は, ほとんど変化はなかったが, 42km 群と 25km 群でそれぞれ 1 例ずつ増高を示した。

4. 走行中あるいはゴール後の卒倒者について

表 4 は, 走行中あるいはゴール後卒倒した者のそのときの身体状況, 血圧および脈圧について示したものである。卒倒時の状態は, 意識障害 2 例, 熱射病 2 例, 嘔吐 1 例および疲労 3 例であった。卒倒直後の心拍数は, 全員について測定されてい

Table 4. Condition, blood pressure and pulse pressure of fainting runners

	Age	Conditions	HR	Systolic pressure (mmHg)			Diastolic pressure (mmHg)			Pulse pressure (mmHg)		
			A	R	A	A-R	R	A	A-R	R	A	A-R
K. Y.	45	Clouding of consciousness	166	122	112	-10	80	90	10	42	22	-20
S. K.	46	Clouding of consciousness	-	137	134	-3	84	94	10	53	40	-13
K. H.	47	Heat stroke	110	130	130	0	73	80	7	57	50	-7
M. S.*	66	Vomiting	-	162	68	-94	95	48	-47	67	20	-47
N. K.*	67	Fatigue	-	159	90	-69	90	60	-30	69	30	-39
T. K.	71	Fatigue	110	155	150	-5	77	90	13	78	60	-18
Y. O.*	46	Fatigue	104	157	118	-39	96	72	-24	61	46	-15
K. O.	49	Heat stroke	140	134	108	-26	81	52	-29	53	56	3

*: Hypertention R: Rest (Before) A: After falling down

ないが、毎分 160 拍、140 拍と運動後としては高い者も 2 例認められた。収縮期血圧は、ほとんど全員が走行前に対し陰性化し、拡張期血圧も走行前値の高い者ほど陰性化が著しいという図 5-a, b の結果と同様の傾向を示した。さらに脈圧は、3 mmHg 上昇した 1 例を除き全例で陰性化した。特に、収縮期血圧、拡張期血圧および脈圧を通じて被験者に * 印を付した血圧の高い者 3 例の陰性化が顕著であった。中でも M.S. と N.K. は、収縮期血圧がそれぞれ 94, 69mmHg 低下して 68, 90 mmHg に落ちていた。

5. 走行前後の体重の変化について

図 7 は、走行前後の体重の変化について示したものである。10km 群は、1.24kg (2.1%), 25km 群は、2.21kg (4.0%) および 42km 群は、2.69

kg (5.2%) のそれぞれ有意な体重の減少を認めた。

IV. 考 察

長距離走においても、一般的には、走行距離が短いほどスピードは速いと考えられるが、本結果では短い距離の 10km 群が最も遅かった。この結果は、トレーニング経験の差によるもので、経験の豊富な者が 25km 走に参加し、大会のために付焼刃のトレーニングをし、あるいは経験の少ない者が距離への自信がもてないために 10km 走に多く参加するという中高年者や一般走者の特有の現象のように思われる。いずれにせよ、この結果は、各走者がそれぞれの距離を各人の走能力の範囲内で走行していたものと考えられる。

ところで、血圧は、運動負荷強度に比例的に上昇することが知られている¹⁾。村上ら¹⁸⁾も、10000 m 走中の 400m 当りの所要時間を出し、時間が延長すれば収縮期血圧の上昇率は低下し、短縮すれば上昇率が增大する、すなわち、走行ペースの遅速つまり運動強度が走行中や走行直後の収縮期血圧の高低の主因となる可能性があると言っている。

一方、村上ら¹⁸⁾は、100m、400m、1500m および 5000m 走において、運動中に上昇した収縮期血圧が走行中止後に走行前値を下回るような低下を示し、これを陰性相あるいは陰性化と呼び、走行距離が長くなるほど走行後早い時期に、しかもより深い陰性相の現われることを報告している。

Fig. 7. Comparison of body weight between before and after running.

しかしながら, これらは, 運動時間が1時間以内の走行距離についての報告であり, 陰性相も走行後平均8~25分といった比較的長い回復期のあとに生じている。これに対し小川ら²¹⁾や小野ら²⁵⁾は, 10km および 25km といった長い距離について検討し, 走行直後の血圧の陰性化の生じることを認めている。

本研究では, 10km および 25km 走にさらに 42km のフルマラソンを加えて検討し, その結果血圧が走行後に走行前値より高い場合あるいは陰性化する場合の双方がみられたが, これを各被験者ごとに検討すると, 年齢とは関係がなく, 収縮期血圧および拡張期血圧とも走行前値の高い者ほど走行後の陰性化が大きく, かつ 10km, 25km, 42km と走行距離が延長するほど陰性化が大きいという結果を得た。小川ら²¹⁾も, 10km より 25km 群の方が安静水準が低くても陰性化する傾向が大きいことを認めている。これに対し, 小野ら²⁵⁾は, 高年齢になるほど陰性化の大きいことを報告している。これは, 一般に高齢者ほど血圧が高くなる傾向があるので本結果とは矛盾しないように考えられるが, 図2に示したように, 本被験者は, 必ずしもトレーニングの効果とは言い切れないが, 高年齢になってもさほど血圧の上昇がみられない。したがって, 血圧の陰性相をみるとき年齢のみでなく走行前の安静値をより重視したい。

脈圧は, 1回拍出量の指標と考えられており, ある程度までは運動強度に比例して増大することが知られている²⁾。脈圧について小川ら²¹⁾は, 10km 群では走行後に上昇し, 25km 群では低下したと報告しているが, 本結果では, 10km および 25km 群では明確な差は認められず, 42km 群では走行スピードの速い者は, 走行前より高く, 遅い者は低下していた(図4)。また, 25km 群でも所要時間の150分を超える者では走行前に対する低下の度合の大きい者が多く認められており, 25km 以上の距離での所要時間のかかる者にとっては脈圧への影響が大きいものと考えられる。

血圧の調節には, 神経性因子と体液性因子が考えられる。このような長距離走後の血圧の陰性化を生じる原因としては, 末梢血管の拡張, 発汗などの脱水現象に伴う血漿量の減少, 1回拍出量の減少, 緊張による走行前値の上昇などが考えられ

る。

Ekelund⁵⁹⁾は, 1時間の自転車運動を行った際に, 運動開始後10分目を基準として, それ以降に1回拍出量と血圧が漸時低下し, 心拍出量は定常状態にあり, 心拍数は漸増したことを認めている。また, Saltin ら²⁸⁾も, 比較的長時間(30分以上)の運動を断続的に約3時間行なわせて運動中に1回拍出量と血圧の低下を認めている。また, Hartley ら⁷⁾は, 運動時間が13~15分と短時間ではあるが, 運動強度が高くなるにつれて末梢血管抵抗が低下することを認め, Grimby ら⁶⁾も, 中等度の運動でしばしば動脈圧が軽度低下し, その主因は, 皮膚血管の拡張であると述べている。さらに, Buchberger⁴⁾は, 16~54才の男女の100km 歩行中の生理的变化について報告し, 血圧は歩行後に年齢が高いほど, また, 歩行前値が高いほど低下し, そのとき体重の平均2.0kgの有意な低下があったことを認めている。

本研究の結果でも, 走行前後の体重は, 走行距離が延長するほど体重の減少が大きくなることを認めた。これらの体重減少の主因は, 血液内の水分が外に向っては発汗と長時間の換気によって減り, 内では筋組織内へ漏出するためであると考えられる。猪飼⁸⁾は, 体熱放散は皮膚から80%, 呼吸から20%と述べ, さらに多量の発汗では1時間に1.5lの汗が出ると述べており, 発汗による体液の減少の激しさを指摘している。したがって, 体重減少つまり脱水も1回拍出量や血圧低下の要因であることが示唆される。

ところで, 最大運動時には副交感神経の心臓支配はほとんど行なわれないとされている²⁷⁾が, 村上ら¹⁷⁾は, 運動で血中カリクレイン様物質濃度の増大があり, また, カリクレイン様物質は迷走神経刺激により分泌の増大をみることから, 少なくとも運動持続で疲憊状態に陥れば副交感神経緊張の増大も来たされる可能性があり, すなわち, 体液性因子による運動時の降圧効果の可能性のあることを示唆している。

さらに, 図5-a, bに示すように収縮期血圧160mmHg以上, 拡張期血圧90mmHg以上の者において, また, 卒倒者のうち高い血圧の者にみられるように安静値の高い者ほど陰性化が大きいということは, 血圧の高い場合に認められる血管内

壁の硬化などの血管壁の弾性に関する物理的特性も運動後の血圧陰性化の一因をなすものと考えられる。

運動後の心電図所見については、一定の見解はなく、種々の変化が認められている。PQ 間隔について井関ら¹⁰⁾は、ゴルフ競技後その変化は区々あるが短縮例が多いことを報告し、北村ら¹³⁾は、水泳選手の全力泳前後の心電図の検討で大多数は負荷直後の頻脈時には PQ 間隔は短縮するが、少数例ではむしろ延長することを認め、PQ 延長のすべてが Vagotony とは解しがたく、一部心筋そのものの器質的変化の存在を考慮せざるを得ないと述べている。本結果では、PQ 間隔は、変化がないか短縮する傾向にあった。QTc について井関ら¹⁰⁾は、短縮例の多いことを報告しているが、住吉ら³¹⁾は、100m の全力の水泳直後に延長例の多いことを認めており、本結果でも延長例が多く、特に 42km 群で 9 例中 4 例は大きな延長を示した。その他に注目されるのは、一般に T 波高は、運動後増高すると報告されている¹⁰⁾³¹⁾が、本結果では、減高傾向を示し、特に走行後平低化する例が 25km 群に 3 例みられた。このような T 波平低化の原因として心筋虚血、低カリウム血症および作業にともなう自律神経関与による機能的 T 平低化などが考えられるが、本結果では、発汗による電解質変化によるものと推察される。

また、本被験者には認められなかったが、松本ら¹⁵⁾は、中高年者の長距離走において競技後の心虚血反応の出現が 40 才代で 51 例中 3 例 (5.8%)、50 才代で 59 例中 9 例 (15.1%)、60 才代で 70 例中 20 例 (28.6%)、70 才代以上では 21 例中 6 例 (28.6%) に認められたと報告し、長距離走前の健康管理の要を強調している。

走行中あるいはゴール後卒倒した者の状況については様々の状態が認められるが、血圧についてみると卒倒者 8 人中 3 人が収縮期血圧 157mmHg、拡張期血圧 90mmHg 以上であり、さらに卒倒後の血圧および脈圧の低下が著しい点を考慮するとき、ここに至る原因は究明しがたいが、25km、42km といった長い距離を 2 時間、3 時間あるいは 4 時間もの時間を要して走行するこの種の大会の発汗などによる体液、血圧および心電図の変動からみた循環機能に及ぼす影響について十分

考慮し、中高年者のランニングの本来の目的を失なわないように注意する必要がある。

V. 要 約

40~87 才の男子中高年者 235 人について 10km、25km および 42km 走における走行前後の血圧、心電図および体重の変動について測定し、さらに走行中あるいはゴール後卒倒した者の血圧について測定し、長距離走が中高年者の循環機能に及ぼす影響について検討した。その結果を要約すると以下のとおりである。

1) 走行前後の血圧は、収縮期血圧および拡張期血圧とも走行前値の高い者ほど、また、走行距離が 10km、25km および 42km と延長するほど高度の陰性相を示した。

2) 走行前後の脈圧も、走行前値の高い者ほど陰性化する傾向がみられたが、42km 群を除いて距離による差は認められなかった。

3) 走行前後の心電図の比較では、走行後 PQ 間隔は短縮傾向に、QTc は延長傾向にあり、特に 42km 群において 9 例中 4 例に高度の延長が認められた。また、T 波高は減高傾向にあり、25km 群で 7 例中 3 例に平低化が認められた。

4) 走行による卒倒者の血圧および脈圧の変動では陰性化が著明であり、特に血圧の高い者においてきわめて著しい低下を示した。

5) 走行後の体重は、走行前に対して 10km 群が 1.24kg、25km 群が 2.21kg および 42km 群が 2.69kg の有意な低下を示し、血圧陰性化の主因が発汗によるものと考えられた。

以上の結果、中高年者の長距離走は距離が延長するほど、また、血圧の高い者ほどその循環機能に大きな変動を来す点が明らかになった。

終りに、本研究に際し特別のご配慮とご協力を戴いた日本タートル協会々長・岡田英夫氏ならびに関係者各位に対し深甚なる謝意を表わしたい。

なお、本論文の要旨は、第 32 回日本体力医学会総会 (青森, 1977) において発表した。

(受付 昭和 55 年 12 月 26 日)

文 献

- 1) Åstrand, I. (1965): Blood pressure during physical work in a group of 221 women

- and 48-63 years old. *Acta Med. Scand.*, **178**(1), 41-46
- 2) Åstrand, P.-O., Cuddy, T.E., Saltin, B., and Stenberg, J. (1964) : Cardiac output during submaximal and maximal work. *J. Appl. Physiol.*, **19**(2), 268-274
 - 3) Barry, A. J., Daly, J. W., Pruett, E. D.R., Steinmetz, J.R., Page, H.F., Birkhead, N.C., and Rodahl, K. (1966) : The effects of physical conditioning on older individuals. I. Work capacity, circulatory-respiratory function, and work electrocardiogram. *J. Geront.*, **21**, 182-191
 - 4) Buchberger, V., Novozamsky, J. V., und Kvapilik, J. (1972) : Physiologische beurteilung des 100-km-marsches. *Sportmedizin*, **23**(6), 113-117
 - 5) Ekelund, L.G. (1966) : Circulatory and respiratory adaptation during prolonged exercise in supine position. *Acta Physiol. Scand.*, **68**, 382-396
 - 6) Grimby, G., and Nilsson, N.J. (1963) : Cardiac output during exercise in pyrogen-induced fever. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **15**(suppl. 69), 44-61
 - 7) Hartley, L.H., Grimby, G., Kilbom, Å., Nilsson, N.J., Åstrand, I., Bjure, J., Ekblom, B., and Saltin, B. (1969) : Physical training in sedentary middle-aged and older men. III. Cardiac output and exchange at submaximal and maximal exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **24**, 335-344
 - 8) 猪飼道夫 (1969) : スポーツ医学入門, p. 170-171, 南山堂, 東京
 - 9) 伊藤 稔, 宮田尚之, 万井正人, 熊本水頼, 伊藤一生, 武部秀吉, 八木 保, 山下謙智, 中村栄太郎(1973) : 歩行トレーニングによる中高年者の全身持久性の向上について. *体育科学*, **1**, 134-143
 - 10) 井関敏之, 住吉 薫, 住吉美智子, 高田昌広, 神戸昭典, 前田如矢, 山田耕司, 矢野敏夫, 大谷 遷, 宮崎喜重郎, 江村正信, 東 朋嗣, 島田瑞夫, 末永暎代, 加藤宗男(1961) : ゴルフ競技後の心電図・血圧について. *体力科学*, **10**, 173
 - 11) 金井 泉, 金井正光編著(1975) : 臨床検査法提要第27版, 循環機能検査法, 金原出版, 東京
 - 12) Kasch, F.W., Phillips, W.H., Carter, J.E.L., and Boyer, J. L. (1973) : Cardiovascular changes in middle-aged men during two years training. *J. Appl. Physiol.*, **34**(1), 53-57
 - 13) 北村和夫, 小川 登, 山倉克麿, 瀬戸厚子, 渡辺 哲, 上杉昌秀(1961) : スポーツ心臓について, *臨床内科小児科*, **16**(6), 651-663
 - 14) 厚生統計協会(1979) : 国民衛生の動向, 厚生指標・特集, **26**(9)
 - 15) 松本越生, 松本秀俊, 佐藤 宏(1976) : スポーツ選手の心電図変化について. *体力科学*, **25**(1), 16-27
 - 16) 飯塚鉄雄, 日丸哲也, 永田 晟, 中西光雄, 岩崎義正, 磯川正教(1975) : 日本人の体力標準値(第2版), 不昧堂出版, 東京
 - 17) 村上長雄, 榊村純生, 川井 浩, 太田節子(1972) : カリクレイン・キニン系の生理的意義. *日本生理誌*, **34**, 522
 - 18) 村上長雄, 川井 浩, 太田節子, 高島慎助, 古木 柁, 佐藤陽吉, 倉敷千稔, 岸野悦真, 水田勝博, 中田健次郎, 武部吉秀(1975) : 身体運動の最高血圧に及ぼす影響. *体力科学*, **24**(1), 11-24
 - 19) Naughton, J., and Nagle, F. (1965) : Peak oxygen intake during physical fitness program for middle-aged men. —Measurement of changes by laboratory and field testing. *J. Am. Med. Ass.*, **191**(11), 899-901
 - 20) 日本タートル協会(1976) : 国際中高年走者スポーツ医学シンポジウム 報告集, 新体育社, 東京
 - 21) 小川新吉, 浅野勝己, 古田善伯, 藤牧利昭, 小原達朗, 矢野徳郎, 富原正二, 永井信雄(1975) : 中高年長距離走者の生理機能——特に, 血圧・心電図・尿・形態について——. *東京教育大学スポーツ研究所報*, **13**, 1-14
 - 22) 小川新吉, 古田善伯, 小原達朗, 大神八太郎(1976) : ランニングトレーニングの中高年者の有酸素的作業能に及ぼす影響. *体育科学*, **4**, 6-12
 - 23) 小野三嗣(1972) : 健康をもとめて・老年期, 不昧堂出版, 東京
 - 24) 小野三嗣(1978) : 運動の生理科学, 朝倉書店, 東京
 - 25) 小野三嗣, 波多野義郎, 倉田 博(1973) : 25km

- 競走が中高年者の血圧及び尿所見に及ぼす影響. 体力科学, **22**, 81-84
- 26) Pollock, M.L., Miller, H.S., Janeway, R., Linnerud, A.C., Robertson, B., and Valentino, R. (1971) : Effects of walking on body composition and Cardiovascular function of middle-aged men. J. Appl. Physiol. **30** (1), 126-130
- 27) Robinson, S., Percy, M., Brueckman, F.R., Nicholas, T.R., and Miller, D.I. (1953) : Effects of atropine on heart rate and oxygen intake in working man. J. Appl. Physiol., **5**, 508-512
- 28) Saltin, B., and Stenberg, J. (1964) : Circulatory response to prolonged severe exercise. J. Appl. Physiol., **19**(5), 833-838
- 29) Saltin, B., Hartley, L.H., Kilbom, Å., and Åstrand, I. (1969) : Physical training in sedentary middle-aged and older men.—Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and maximal exercise. Scand. J. Clin. Lab. Invest., **24**, 323-334
- 30) 進藤宗洋, 田中宏暁, 小原史朗, 徳山郁夫 (1974) : 中高年者の自転車エルゴメーターによる 50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 強度の60分間トレーニング. 体力科学, **2**, 139-152
- 31) 住吉 薫, 住吉美智子, 前田如矢, 山田耕司, 矢野敏夫, 大谷 遷, 宮崎喜重郎, 江村正信, 島田瑞夫, 末永映代, 井関敏之, 東 朋嗣 (1961) : 水泳中の心電図学的検討. 体力科学, **10**, 175
- 31) Wilmore, J.H., Gilandola, R.N., Katch, F.I., and Katch, V.L. (1970) : Physiological alteration resulting from a 10-week program of jogging. Med. Sci. in Sports, **2**(1), 7-14