

# 中高年者の PWC170 と運動負荷に対する 循環機能の特性について

(中高年者の体力に関する研究—2—)

片岡幸雄\* 黒田善雄\* 小山秀哉\*  
沢田美智子\* 水野忠和\*\*

## The Characteristics of Responses of the Middle-Aged Men to PWC 170 and Physical Work Loads

by

YUKIO KATAOKA\*, YOSHIO KURODA\*, SHUYA OYAMA\*,  
MICHIKO SAWADA\* and TADAKAZU MIZUNO\*\*

### Abstract

For the purpose of obtaining the basic information on the exercise prescription for the middle-aged men, 1) PWC 170, 2) characteristics of cardiovascular function to physical work load, and 3) interrelationships among physique (skinfold thickness), performance (fitness test and 5 minute run), and blood examination (total cholesterol, triglyceride, and uric acid) of 62 healthy middle-aged men having sedentary life, who were grouped by each decade of the ages were examined in this study. Following results were obtained:

1. PWC 170 (watt) and PWC 170 per body weight (watt/kg) were  $125.5 \pm 23.65$  watt ( $2.19 \pm 0.37$  watt) for 30s,  $138.5 \pm 17.29$  watt ( $2.30 \pm 0.35$  watt) for 40s, and  $128.1 \pm 13.28$  watt ( $2.20 \pm 0.31$  watt) for 50s; Men of the 30s showed the lowest value.

2. No variable changes were obtained in oxygen intake when loaded with totally 12 minutes of physical exercise (successively three steps, four minutes each). However, maximum heart rate showed decreasing trend along with the aging process, but as to systolic blood pressure 40s and 50s showed a larger increment than that of the 30s. In both 30s and 40s a group which had larger skinfold thickness showed a great similarity with that of 40 to 50s.

3. Significant relationships were found between PWC 170 and body weight (30s), PWC 170/kg and five minute run (40s), five minute run and skinfold thickness (50s), brisk walk for 1500 meters (30s, 40-50s), cholesterol (30s), and triglyceride (40s), and skinfold thickness and adult physical fitness point (40-50s), triglyceride (40-50s), and uric acid (40-50s). [Proceedings of Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 9, 39-53, 1975]

\* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

\*\* 順天堂大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Juntendo University)

## 緒 言

現代における労働や生活様式の形態が数十年前のそれと比べて著しく変化してきたことは間違いない事実であろう。労働の場における生産力は人間の筋肉労働によるそれにとって替って、機械による生産力が大部分を占めるようになってきた。その結果、肉体的活動の量は著しく減少した一方、静的筋活動を主体とする労働形態が増えてきたように思われる。すなわち、われわれの労働の場での肉体的活動は量的には減少の方向へ、質的には動的活動から静的活動の方向に向かっていることは事実である。さらに、このような傾向は、われわれの日常の生活様式の中にまでおこっている。健康の問題について考えるならば、たとえば、数十年前の死因や疾病の種類と現代のそれを比べてみると著しい変化がみられる<sup>1)</sup>。感染症などによる死因が殆んどを占めていた時代から、現代では心臓病や脳卒中などの心臓血管系に由来するものやガンなど、いわゆる三大死因といわれるものが文明国においては殆んどを占めているのが現状である。しかしながら、それに対して未開の国では依然として、昔のままの種類が多いといわれている。このように考えると、現代の機械文明の結果として特徴づけられる肉体的活動の質、量の変化もわれわれの健康の問題に深い関連性をもっているであろうことは当然予想されよう。すなわち、適度な身体活動を積極的に行うことは、現代生活における様々な健康障害の予防という面からみると重要な要因となりうると思われるのである。われわれは前報<sup>2)</sup>において、特に中高年者の継続的運動が Cardio-Respiratory function や Body Composition の改善に有用なものであることをすでに報告した。この結果が健康障害の克服、予防に対する有効性の直接的な証明にはなりえないとしても、運動(作業)による Cardio-Respiratory System に対する負担が減少したことや皮脂厚の減少などにみられる Body Composition の改良や「風邪をひかなくなった」、「動悸、息切れを感じなくなった」などの自覚症状の改善などの結果が現在の健康障害の予防に対して何らかの形で寄与するだろうことは十分に認め

得るであろう。そこで、積極的に適度な身体活動を行うことが、健康障害の予防により結果をもたらすとして、実際に身体活動を行おうとする時に、いかなる程度の運動が健康を保つために必要であるかを知らねばならないし、また、どのような面に注意して行わなければならないかということも知らねばならない。そのために、われわれの健康を維持するための身体的機能と運動との関連について知ることが必要である。このことはこのような配慮を特に要求される中高年者層にとっては重要な問題であろう。

以上のような観点のうえに、本研究は、

- 1) 中高年者の運動(作業)に対する呼吸、循環系機能の反応性の特徴を探ること。
- 2) 中高年者の physical working capacity (PWC 170) を知ること。
- 3) その他、形態(皮脂厚)、performance (5分走、体力テスト)と血液所見の関係を知ること。

以上の3点について検討することを目的とし、そのことによって、中高年者の運動処方に関する基礎資料を得ようとした。

## 研究方法

### 1) 被験者

対象は東京大学教養学部<sup>3)</sup>に所属する30歳以上の教職員で、30歳代25名、40歳代29名、50歳代8名、計62名である。測定当時、殆んどの者が Sedentary life を送っており、特に意識的、継続的身体活動は行なっていなかった。これらの被験者の体格を(平均値および標準偏差)表1に示した。なお大学生(一般学生31名、鍛練者10名)と各年代の鍛練者(主として体育科教官)30歳代6名、40歳代6名、50歳代1名を加えた。

### 2) 測定項目並びに測定方法

#### 1) 形態

##### イ) 身長

ロ) 体重: YAMATO製パネパカリ(精度0.2 kg)を使用した。

ハ) 皮脂厚: Keys-Brozek 式 Skinfold Caliper を用いて、右上腕外側部中央、右肩甲骨下部および右臍部横の三部位を測定した。

表1 被験者の体格一覽表

項目 年 齡 階 級	N	Age	Structure	Body Weight	Rohrer	Skinfold (mm)				Resting Blood Pressure (mmHg)	
		(yer.)	cm	kg	Index	Triceps	Scapular	Ab- domen	Sum	Systolic	Dia- stolic
30 歳 代	25	36.7 ±2.05	165.3 ±6.04	58.2 ±6.99	129.9 ±19.66	6.3 ±3.25	12.2 ±6.75	12.9 ±8.77	31.3 ±17.38	127.7 ±11.44	78.5 ±8.30
40 歳 代	28	43.3 ±2.76	166.6 ±5.70	60.9 ±7.46	132.2 ±18.40	7.9 ±3.44	14.1 ±7.75	13.3 ±6.77	35.3 ±16.86	125.3 ±14.03	76.8 ±8.45
50 歳 代	8	55.1 ±2.57	165.8 ±6.25	58.9 ±4.28	130.3 ±17.09	7.8 ±2.09	10.5 ±3.42	15.3 ±4.26	33.6 ±8.27	119.0 ±8.93	79.9 ±5.51

2) 体力テスト

イ) 文部省壮年体力診断テスト (握力, 垂直跳, 反復横跳, ジクザク・ドリブル, 1500m急歩の五種目)

ロ) 五分間走

3) PWC 170: Elema-Schönander 社製自転車エルゴメーターを用い, あらかじめ3分間のウォーミング・アップの後, 3~5分間の休息をおき, 3段階それぞれ4分間計12分間の運動を連続して行わせ, 各段階の運動の最終30秒間の心拍数3点から回帰直線を求め, 心拍数170拍/分時の作業量(watt)を求めた. 第1段階の負荷量はWarming up時の心拍数から推定し100~130拍/分になるような負荷を選び, その後25 watt づつ増した.

併せて, 安静時血圧, 運動時心拍数, 運動時血圧および呼吸ガス代謝(呼気分析は補正済の福田製 Respirazer を使用した)を測定した.

4) 安静時血液成分: 全コレステロール, 中性脂肪および尿酸を測定した.

測定時間は早朝空腹時とした. 測定法はそれぞれ, OPA法, アセチル・アセトン法の改良法およびリン・タングステン酸法であった.

なお, 測定期間は昭和46年から昭和48年の三ヶ年間で, すべて5月~6月に行った.

結 果

図1は皮脂厚の3部位のそれぞれの値と合計値を年代別にプロットしたものである. (対照として大学生の値と例数は少ないが各年代の鍛練者の値を附記した.) 一般人の各年代の傾向をみるために50パーセントイル値を求めてみると(図中◎印) 合計値と腹部の値が年代の進行に伴って増加する傾向を示した.

図2は壮年体力テストの種目別得点と総得点を年代別にプロットしたものである. 30歳代, 40歳代および50歳代でそれぞれ総点は70.3±11.33点, 60.8±13.74点, 53.8±6.82点, サイドステップは44.4±4.09点, 45.1±3.57点, 42.2±2.32点, 垂直跳は48.9±7.53 cm, 42.1±5.77 cm, 41.4±2.58cm, 握力は45.8±5.68kg, 45.8±6.68kg, 43.5±5.46kg, ジクザグドリブルは16.6±2.25秒, 19.4±4.82秒, 20.9±2.37秒, 1500m急歩は10'48''±22.11秒, 11'14''±44.90秒, 11'05''±55.10秒であった. 平均値で見ると総点, 垂直跳, ジクザグドリブルが年代に伴って低下する傾向を示した.

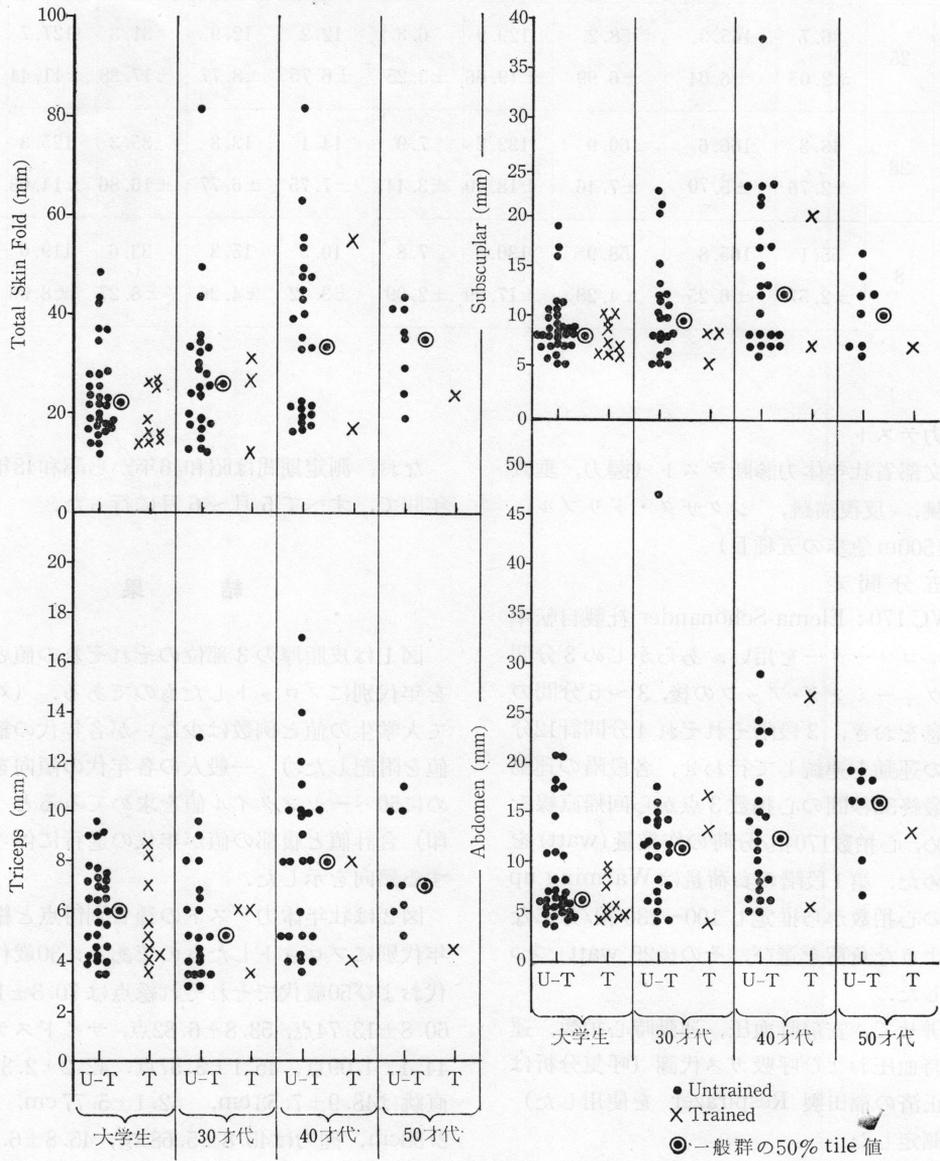


図1 皮脂厚の年齢階級別変化

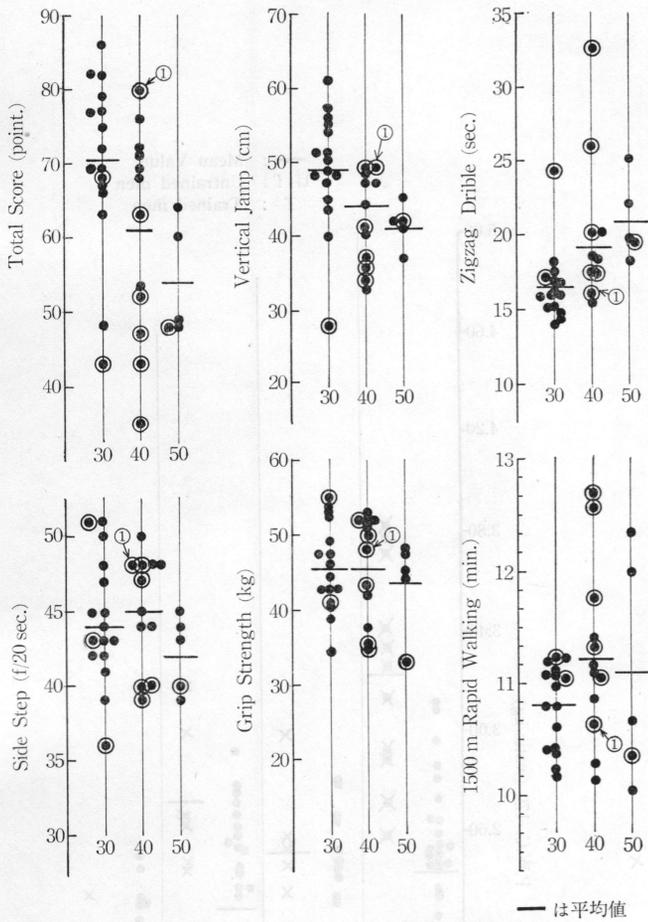


図2 年齢階級別壮年体力テストの変化

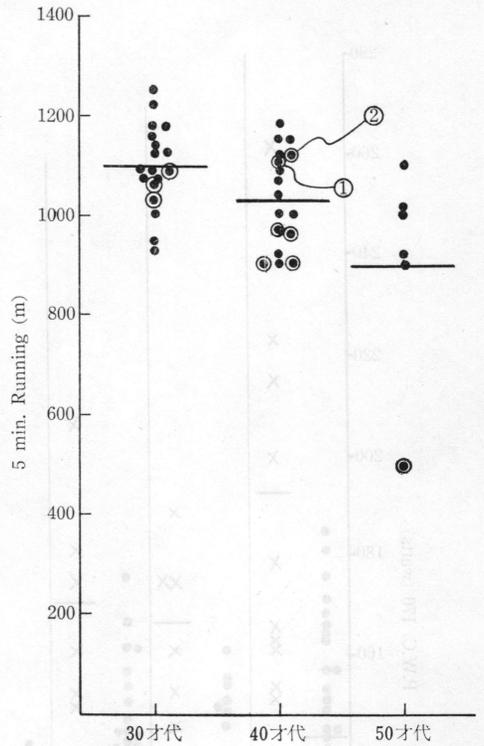


図3 年齢階級別五分間走の変化

また、総点、ジクザクドリブル、1500急歩が比較的バラツキが大であった。图中●印は3部位の皮厚合計40mm以上の者であるが総得点にその影響が強くあらわれている。ただし①の例は過去、現在を通して、時々意識的に身体活動を行っている者である。

図3は5分間走の成績を年代別にプロットしたものである。30歳代で1099±83.6m、40歳代で1034±94.7m、50歳代で899±190.0mと年令が進むにつれて低下している。图中●印は皮厚3部位合計40mm以上の者であるが年代が進むにつれて、低い値を示している。ただし、40歳代の①および②の例は過去、現在を通じて、時々、意識的に身体活動を行っている者である。

図4はPWC170 (watt) および体重当りPWC170 (watt/kg) の成績を年代別にプロットしたものである。(対照として大学生の値と各年代の鍛練者の値を記した) 平均値および標準偏差を表2に示した。一般群を年代別にみると30歳代が40歳代に比べて低い値を示した。

図5はコレステロール、中性脂肪および尿酸の値を年代別にプロットしたものである。30歳代、40歳代および50歳代それぞれ、コレステロールは205.1±37.13mg/dl、206.6±36.11mg/dl、207.8±18.50mg/dl、中性脂肪は116.4±52.17mg/dl、109.7±38.46mg/dl、120.8±54.65mg/dl、尿酸は6.5±1.24mg/dl、6.7±1.23mg/dl、6.0±0.70mg/dlであった。平均値では各年代でそれほど差はみ

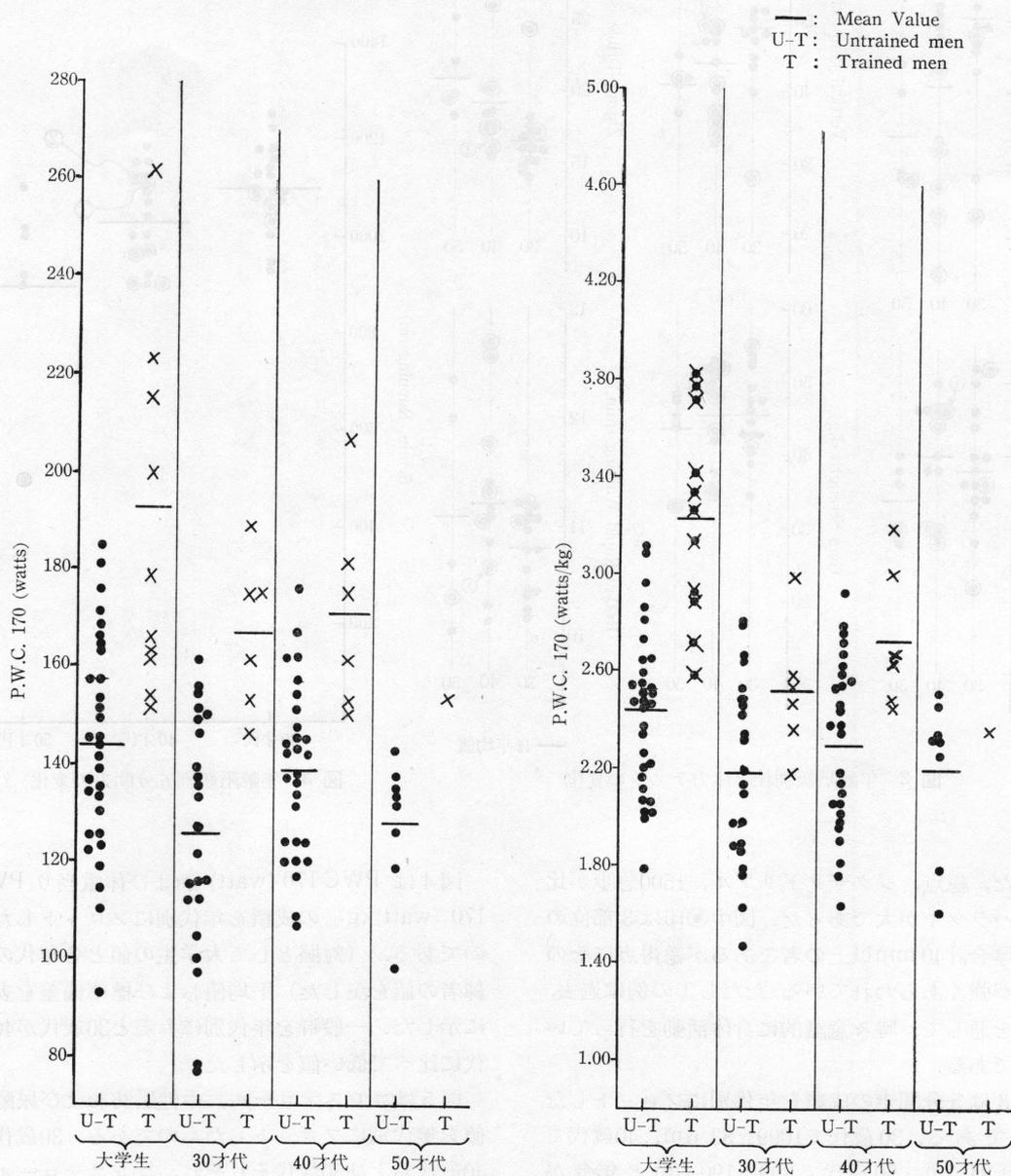


図4 年齢階級別 PWC170 値 の 変化

表 2 年齢階級別 PWC 170 の変化 (watt)

		N	PWC 170±S.D.	PWC 170/kg±S.D.
20 歳 代	Untrained	31	143.7±21.74	2.44±0.32
	Trained	11	193.4±38.27	3.23±0.41
30 歳 代	Untrained	23	125.5±23.65	2.19±0.37
	Trained	6	166.5±14.63	2.52±0.25
40 歳 代	Untrained	28	138.5±17.29	2.30±0.35
	Trained	6	171.2±19.48	2.73±0.28
50 歳 代	Untrained	8	128.1±13.28	2.20±0.31
	Trained	1	153.0	2.36

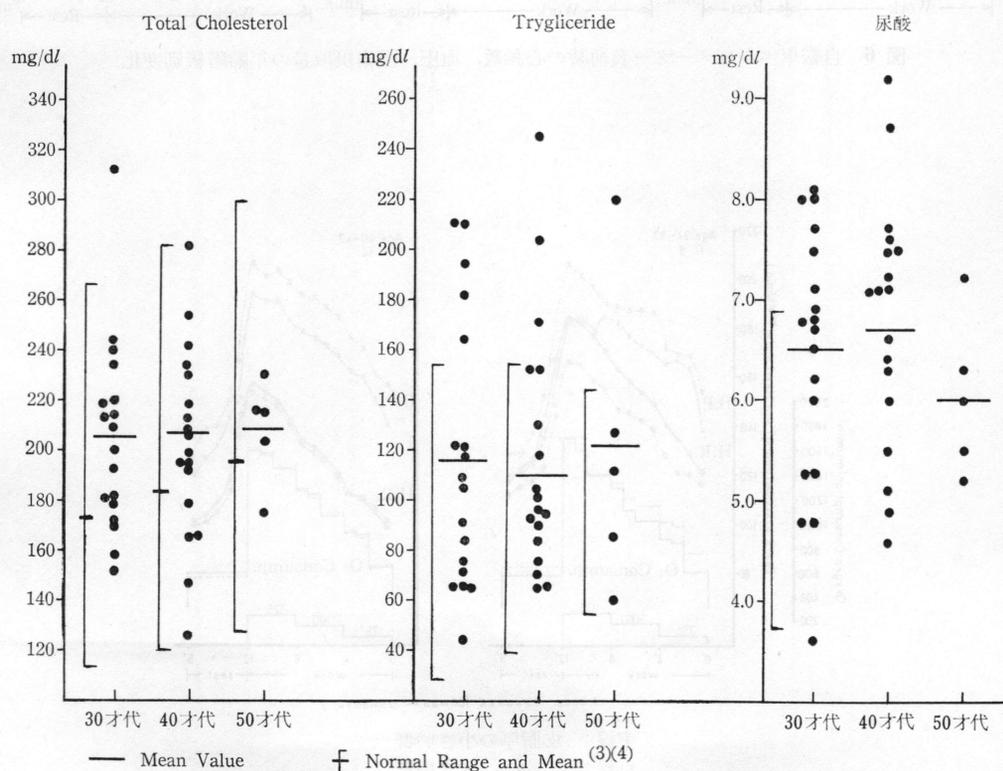


図 5 コレステロール, 中性脂肪および尿酸の年齢階級別変化

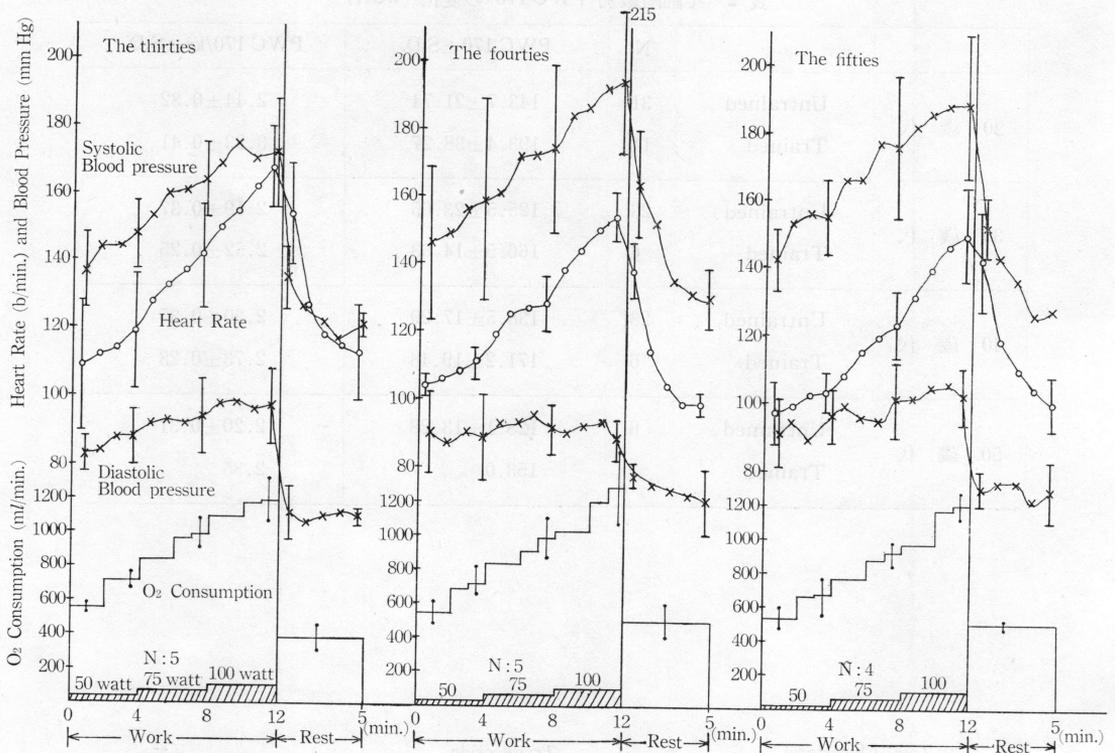
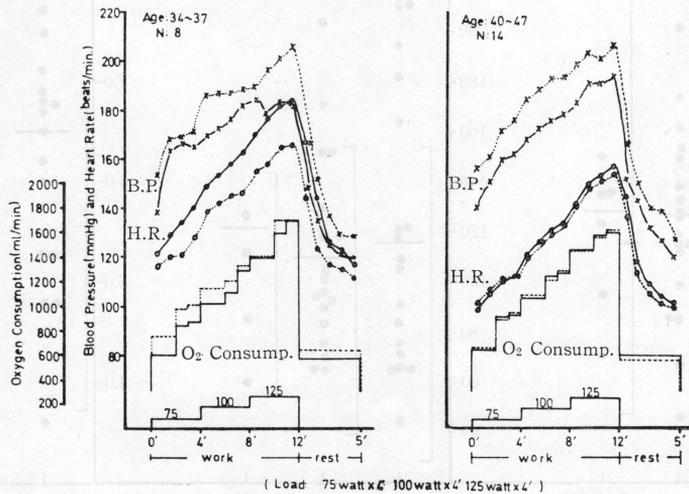


図 6 自転車エルゴメーター負荷時の心拍数, 血圧, 酸素摂取量の年齢階級別変化



実線: 皮脂厚の小さい群  
 点線: " " 大きい群

図 7 皮脂厚の差による運動時心拍数, 血圧および酸素摂取量の変化

られなかったが、全体的にみると、中性脂肪および尿酸の値が平常範囲より高い者が多かった。

図6は50 watt, 75 watt, および100 wattをそれぞれ4分間計, 12分間連続負荷した例の酸素摂取量, 心拍数および血圧の値を年代別に示したも

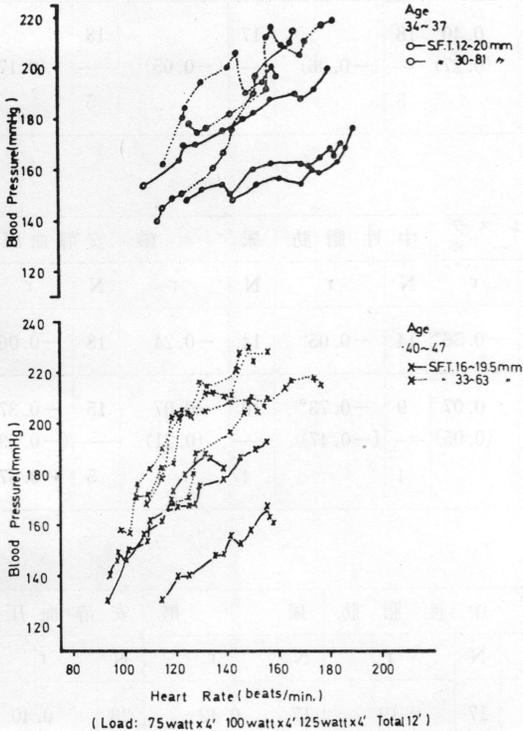


図8 皮脂厚の差による運動時心拍数および血圧反応の相違(個人例)

のである。酸素摂取量は年代によって大きな変化はみられなかったが、心拍数および血圧の反応に興味深い差がみられた。すなわち運動中の心拍数は年齢の増加に伴って最大値が減少した。運動の12分目を比較すると、30歳代で $168 \pm 12.1$ 拍/分、40歳代で $154 \pm 6.5$ 拍/分、50歳代で $150 \pm 13.5$ 拍/分であった。一方、最大血圧は30歳代で、 $172 \pm 16.3$ mmHg、40歳代で $194 \pm 20.7$ mmHg、50歳代で $188 \pm 21.1$ mmHgと30歳代に比べて40歳代および50歳代では上昇の傾向を示した。最小血圧では50歳代で若干上昇の傾向を示した。また、図中に示されるごとく個人差が大きいことが特徴であった。特に今回の資料の中で、その差が体格によって影響されるように思われたので、皮脂厚の大きい群と小さい群について比較したのが図7である。すなわち75watt-100watt-125wattを負荷した30歳代8名, 40歳代14名について、3部位の皮脂厚合計30mmを堺として2群に分けた。この分類で皮脂厚の大きい群は、標準体重(身長-100)×0.9)よりの増加の割合が+10%を越える“体重過剰”の部類にほぼ入っていた。分類した群の皮脂厚, ローレル指数および安静時血圧の平均値および標準偏差は表3の通りである。

酸素摂取量は30歳代では「大きい群」が運動の前半にやや増加の傾向がみられた以外は大きな差を認めなかった。しかし、心拍数および血圧では2群に差がみられた、すなわち、心拍数では「大きい群」は「小さい群」に比べて低く、特に30歳

表 3

年齢 階級	項目		標準体重よりの増減度 (%)	皮 脂 厚 (mm)	ローレル指数	血 圧 (mmHg)
	群	N				
30才代	A群	4	- 5.1±10.27	16.1± 2.97	120±13.6	124± 8.9/72±3.7
	B群	4	+17.4± 9.61	44.5±21.15	154±13.8	133±11.1/86±7.9
40才代	A群	7	- 8.4± 8.75	18.9± 2.20	118±11.0	122± 8.7/76±9.9
	B群	7	+14.1± 7.55	51.9±15.00	147±11.3	139± 9.3/78±4.8

A: 皮脂厚の小さい群  
B: 皮脂厚の大きい群

表4 PWC 170, 5分間走, および全皮脂厚と他の測定項目との関係

PWC 170

項目 年齢階級	体 重		全皮脂厚		1500m 急歩		5 分間走		コレステロール		中 性 脂 肪		尿 酸	
	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r
30歳代	23	0.50*	22	0.30	20	-0.27	18	0.20	18	-0.42	18	-0.05	18	-0.05
40歳代	27	0.19	24	0.14	15	(-0.25)	17	0.40 (0.27)	18	(-0.06)	17	(-0.05)	18	(0.17)
50歳代	8	-0.40	8	0.31	5		6		5		5		5	

5 分間走

項目 年齢階級	体 重		全皮脂厚		1500m 急歩		コレステロール		中 性 脂 肪		尿 酸		安 静 血 圧	
	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r
30歳代	18	-0.02	18	-0.15	16	-0.75***	14	-0.56*	14	-0.05	14	-0.24	18	-0.06
40歳代	17	-0.32 (-0.05)	17	-0.41 (-0.33)	10	-0.74*** (-0.67**)	10	0.07 (0.05)	9	-0.73* (-0.47)	10	-0.07 (0.21)	15	-0.37 (-0.03)
50歳代	5	0.09	6	-0.78*	4		4		4		4		5	-0.67

全皮脂厚

項目 年齢階級	体力テスト総点		1500m 急歩		コレステロール		中 性 脂 肪		尿 酸		安 静 血 圧	
	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r
30歳代	16	-0.27	19	0.22	17	-0.05	17	0.19	17	0.42	23	0.40
40歳代	11	-0.63* (-0.51*)	12	0.46 (0.41)	16	-0.16 (-0.17)	15	0.87*** (0.71**)	15	0.66** (0.59**)	23	0.36 (0.31)
50歳代	5	-0.81*	5		5	-0.41	5	0.43	5	0.36	8	-0.14

PWC 170/kg

項目 年齢階級	5 分間走		1500m急歩	
	N	r	N	r
30歳代	18	0.22	20	-0.07
40歳代	17	0.56* (0.25)	14	-0.51 (-0.30)
50歳代	6	-0.18	5	

\* P<0.05 \*\* P<0.01 \*\*\* P<0.001

表中 ( ) 内は40歳代と50歳代の合成値

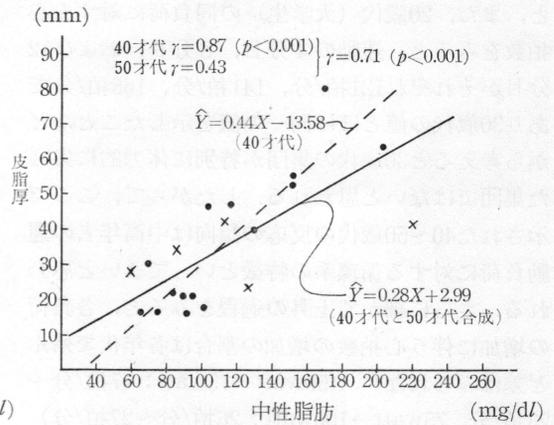
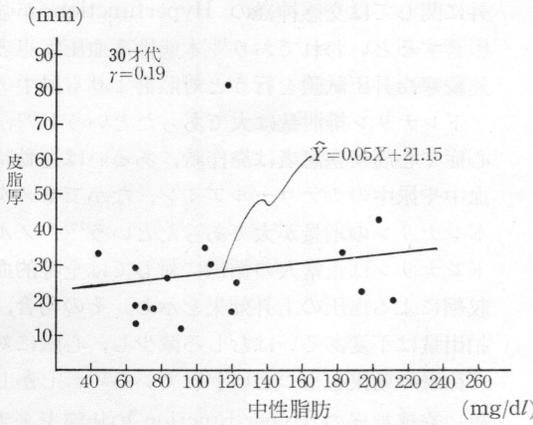


図9 皮脂厚と中性脂肪の関係

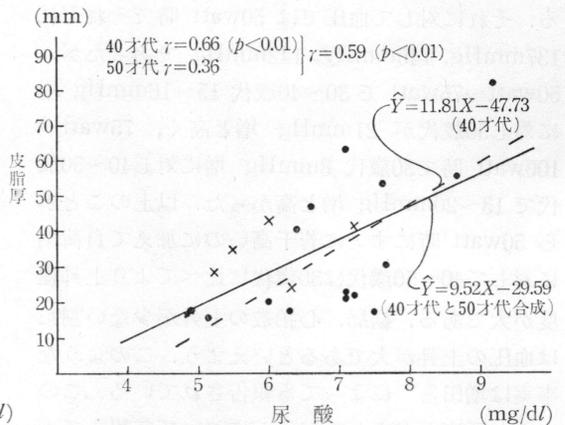
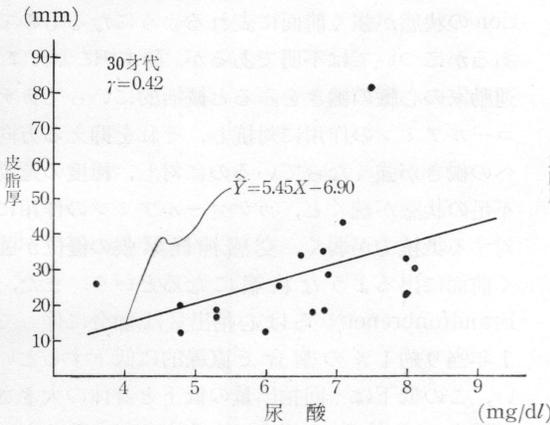


図10 皮脂厚と尿酸の関係

代で低い傾向を示した。一方、血圧では逆に30歳代および40歳代ともに明らかに「大きい群」の方が上昇が大であった。図8は個人例を示したものである。

表4はPWC170、5分間走および皮脂厚と他の項目との相関関係を示したものである。有意な相関関係がみれたのはPWC170と体重(30歳代)、PWC170/kgと5分間走(40歳代)、5分間走と皮脂厚(50歳代)、1500m急歩(30歳代および40~50歳代)、コレステロール(30歳代)、中性脂肪(40歳代)、および皮脂厚と体力テスト総点(40~50歳代)、中性脂肪(40~50歳代)-図9、尿酸(40~50歳代)-図10などであった。

考 察

1) 中高年者の体力について論じようとする場

合、青年期に比べて、個体差が大きいことはよく知られる事実<sup>2)</sup>である。本研究の結果においてもそのような傾向が示されているが、ここでは一平均値で示される傾向について論議を進めてゆくと、中高年者の運動負荷に対する心拍-血圧の応答に関しては図6に示されたように、40歳代および50歳代では30歳代に比べて血圧の上昇の程度が高く、一方心拍数は、ほぼ逆の傾向で、30歳代>40歳代>50歳代であった。この結果に対して、懸念されることは各年代の被験者の体力的水準に関して、特に30歳代が体力的に劣った集団ではないかということである。というのは、一般に同一負荷に対して、心拍数がより上昇することは運動の効率が劣っていることを意味するからである。このような懸念に対して、まず、5分間走の成績からみると40~50歳代より高い値を示しているこ

と、また、20歳代（大学生）の同負荷に対する心拍数をみると、運動の4分目、8分目、および12分目がそれぞれ121拍/分、141拍/分、168拍/分であり30歳代の値とほぼ同一の値を示したことから考えると30歳代の集団が特別に体力的に劣った集団ではないと思われる。したがって、ここで示された40～50歳代の反応の傾向は中高年者の運動負荷に対する循環系の特徴といてよいと思われる。さらに細かく上昇の過程をみると、各負荷の増加に伴う心拍数の増加の割合は各年代で殆んど差はみられない。（50watt→75watt：17拍/分～23拍/分、75watt→100watt：26拍/分～27拍/分）つまり、50watt時ですでに差がみられるわけである。それに対して血圧では50watt時でそれぞれ137mmHg、146mmHg、142mmHgであったが、50watt→75wattで30～40歳代15～16mmHg増に対し50歳代が21mmHg増と高く、75watt→100watt時で30歳代8mmHg増に対し40～50歳代で13～20mmHg増と高かった。以上のことから50watt時にすでに若干高いのに加えて負荷増に対して40～50歳代は30歳代に比べてより上昇程度が大である。結局、心拍数の上昇が少ない割には血圧の上昇が大であるといえよう。このような事実は増田ら<sup>6)</sup>によっても報告されている。このような反応がどうして起るかについて前報<sup>2)</sup>でも若干考察したが、元来、生体の組織の血液量の調節は心拍出量、末梢血管抵抗および循環血液量などによって行われているが循環血液量は年齢による差はない<sup>7)</sup>ので、今、年齢に関係なく、一定の強度の運動を負荷すると、そのために要求される酸素の需要に対して、心拍出量を増して対応するのが普通である。この場合、老年者は若い者に比べて、全末梢抵抗の増加が大である<sup>8)9)</sup>から、この抵抗の増加に対抗して拍出量を高めるには、より心収縮圧を高めることによって駆出しなければならないことになる。また、加齢に伴って心拍出量は低下する<sup>8)13)</sup>から、心臓の圧成分はますます増大することになり、結果として血圧はより上昇することにもなり、一方拍動数はそれほど高められない状態になると考えられる。このことは心臓の仕事率の低下、つまりポンプとしての心臓の余力の低下を示すことにもなる。さらに、血圧の上

昇に関しては交感神経のHyperfunctionが強く影響するといわれており<sup>10)</sup>本態性高血圧症患者に連続寒冷昇圧試験を行うと対照群よりも尿中ノルアドレナリン排泄量は大きであったという<sup>10)</sup>、狭心症や心筋梗塞患者は発作時、あるいは運動時に血中や尿中のカテコールアミン、なかでもノルアドレナリンの増量が大きであったという<sup>10)</sup>。ノルアドレナリンは正常人の循環に対しては全身の血管収縮による血圧の上昇効果を示し、その場合、心拍出量は不変あるいはむしろ減少し、心臓に対して徐脈の効果をもつといわれている<sup>11)</sup>。しかし何故に交感神経のHyperfunctionの状態を来すものであるか、また、老年者になるとHyperfunctionの状態が強く前面に表れるようになるものであるかについては不明であるが、勝木<sup>5)</sup>によれば、運動家の心臓の働きをみると概括的にいってカテコールアミンの作用に対抗し、それを抑える方向への働きが強くなっているのに対し、極度の運動不足の状態が続くと、カテコールアミンの作用に対する抵抗力が弱く、交感神経緊張の優位が強くなり前面に出るような状態になるという。また、Brandfonbrener<sup>9)</sup>らは心拍出量は加齢に伴って1年当たり約1%の割合で直線的に低下するといいい、この低下は一回拍出量の低下と身体の大さの減少や心拍数の減少によるものであろうといいい、Strandell<sup>13)</sup>もまた、老年者の心拍出量の低下は一回拍出量の低下にもとづくものであり、これは加齢に伴う組織の酸素消費の低下より大であるから、老年者の心拍出量の低下は、Hypokineticによる循環機能への影響であろうと述べている。一方、Lewis<sup>14)</sup>は心拍出量の低下は直線的でなく、主に酸素消費の低下にもとづくものであると述べている。老年者の循環がStrandellのいうように単なるHypokineticな因子によるものであるとすれば、中高年者が継続的にトレーニングすることによって最大酸素摂取量<sup>15)</sup>、最大酸素脈<sup>15)</sup>、一回拍出量<sup>15)</sup>などの増加が期待出来ることもうなづけよう。また、加齢に伴って個人差が大となることは、この意味では、中高年者層にとって、特に、日頃の身体の活動性の大きさに基因する要素が強いことからくるのであろう。

次に、心拍数と血圧の反応と皮脂厚の関係をみ

ると、皮脂厚の小さい群と大きい群とではその反応が異り、後者は前者に比べて、血圧の上昇の程度が大きく、心拍数は逆に上昇の程度が小さかった。40歳代ではその影響は特に血圧の方に強く表われている。このことは40歳代では心拍数への影響は皮脂厚が大きいという因子を除いても、すでに加齢の影響が表われているためであろう。皮脂厚が大きい群のこのような反応の傾向はすでに述べられた40~50歳代の心拍数-血圧の応答の型に全くよく似た様相を示している。皮脂厚と安静時の血圧は相関は低く、皮脂厚の大きい群と小さい群の安静時血圧も有意差はない。ところが運動時では大きい群がより上昇を示したわけであり、安静時血圧が正常範囲にあったとしても運動というストレスに対して敏感に反応したことを示している。その因子として皮脂厚が大きいということがあげられたわけである。

森<sup>17)</sup>によれば、血圧と肥満との関係は一定でないとし、むしろ動脈硬化やその他の血圧調節因子(神経、内分泌系因子、腎性因子など)に問題があると述べている。そこで、2群についてコレステロール、中性脂肪および尿酸の値を比較してみると次のようである。

年令 階級	例 数	項 目 群	コレステ ロール	中性脂肪	尿 酸
30才代	3	小の群	207mg/dl	124mg/dl	5.5mg/dl
	3	大の群	184	110	7.5
40才代	6	小の群	216	89	6.3
	4	大の群	196	161	8.3

皮脂厚の大きい群では30歳代で尿酸だけが高く、40歳代では中性脂肪および尿酸が高い値を示した。しかしながら、この結果が動脈硬化との関連を示すのには十分ではないし、また、高脂血症だけが動脈硬化の原因ではない<sup>18)19)</sup>といわれているので、この面での関連性はないと思われる。それでは何故に皮脂厚の大きい群が小さい群に比べ

て運動負荷に対して血圧の増高を示したかという。皮脂厚が大きいということに目を向ければ、身体の活動性の大きい(すなわち減少)と交感神経の Hyperfunction との関係で説明されるかもしれない。いづれにしても、皮脂厚が大きい群の応答の仕方が先に述べた40~50歳代の心拍数-血圧の応答の仕方に全くよく似ていることから、この一面だけではとらえられないであろうが皮脂厚が大きいことは30歳代では40歳代以上の現象に、40歳代ではなお一層の老化現象を助長する可能性も想像される。

2) 血液所見のなかで、特に中性脂肪および尿酸は図5に示すように、コレステロールと比べると正常範囲を越える者が多かった。このことがわれわれが対象とした被験者集団特有のものであったとしても、それが何によって招来されたものであるかは更に検討しなければならないが、40~50歳代で皮脂厚と有意な相関関係を示したことは興味あることである。中性脂肪は最近、動脈硬化症に関して論じられており、心筋梗塞や脳動脈硬化症においても上昇している場合が多く、また、糖尿病においてもコレステロールよりも明らかに血管合併症との関係が認められるという<sup>20)</sup>。肥満との関係についてはコレステロールや中性脂肪の値が必ずしも肥満者あるいは肥満度ととくに相関することはないと報告<sup>21)</sup>もあるのが、最近、五島<sup>22)</sup>によれば中性脂肪は肥満の人に高い者が多いという。また、Albrink<sup>23)</sup>によれば、高中性脂肪血症は遺伝的な肥満者よりも後天的な過食により肥満した者に多いと述べている。また血中尿酸の上昇は代謝異常を前提としてはいるが、高プリン食、高蛋白食、高脂肪食および過食によっても増加するといわれ<sup>4)</sup>力士が高尿酸血症をみる頻度が普通人より高いことはよく知られている<sup>24)</sup>。一方、ある範囲内において皮脂厚が大きいことが単純にカロリーの過剰摂取と身体の活動量の不足によるエネルギー平衡のアンバランスに原因があるとすれば、40~50歳代において皮脂厚と中性脂肪および尿酸との関係が深いということは、中高年者における身体の活動性やカロリーの過剰摂取と疾病との結びつきにおいて考慮されるべき問題であろうと思われる。

3) 30歳代の PWC170 および PWC170/kg は40歳代よりも低い値を示した。最近の小野<sup>25)</sup>の報告によれば、1500m急歩の成績が30歳以上の男子において加齢に伴ってむしろよい成績を示したことから、30歳代の体力低下を問題にすべきであると述べているが、今回のPWC170値が低いことが、30歳代の体力低下を示すものではないことは前述したように五分間走や、1500m急歩の成績から証明されるわけであるが、PWC170が心拍数を基にしたものであるので、運動負荷に対する心拍数一血圧の特徴から考えてPWC170値によって青年層と中高年層を横断的に比較することは不適当である。

PWC170の酸素運搬能力の指標としての適当性を考えみると、猪飼<sup>26)</sup>は一般男子(24~31歳)および陸上長距離選手(21~22歳)を対象に $\dot{V}O_2$  max. との関連を調べ、 $r=0.872$  ( $p<0.01$ )と有意な相関関係があったと報告している。しかし、一般成人を一群としてみた時は有意でなかったという。吉沢<sup>27)</sup>は中学生(男女)で $\dot{V}O_2$  max. と有意な相関関係をみている。一方、中高年においては、跡見<sup>28)</sup>らは20~50歳代の女子で $\dot{V}O_2$  max. と有意な相関があった( $r=0.522$   $p<0.001$ )と述べているが浅見<sup>29)</sup>らの結果(24~58歳の女子)では $\dot{V}O_2$  max. との相関は全く認められなかったという。男子では今のところ資料がなく、不明である。したがって、中高年者においてはPWC170の酸素運搬能力の指標としての確証は明らかでない。年令別に検討する必要があると思われる。本研究では $\dot{V}O_2$  max. の測定は行っていないので五分間走との関係をみたところ(金子<sup>30)</sup>によれば五分間走は一般成人(19~21歳)では $\dot{V}O_2$  max. と有意な関係がある。中高年者では不明である)いずれの年代でも有意な相関はみられなかった。体重当り(watt/kg)では40歳代だけが $r=0.56$  ( $p<0.05$ )と有意であったが、30歳代と50歳代および40歳代と50歳代合成では有意ではなかった。一般中高年者にとって $\dot{V}O_2$  max. による体力評価は容易ではないので、 $\dot{V}O_2$  max. と Submaximal work との関連性の確証や、PWC170の意義づけなどが急がれよう。

## 総 括

健康で Sedentary life を送っている30歳代25名、40歳代29名、50歳代8名、計62名(対照として大学生の一般および鍛練者と各年代の鍛練者を加えた)を対象に形態(身長、体重、皮脂厚)、体力テスト(文部省壮年体力テスト、5分間走)PWC170、運動時の酸素消費量、心拍数、血圧の変化および安静時血液所見(全コレステロール、中性脂肪および尿酸)を測定し、

- 1) 中高年者の年代別 PWC170
- 2) " 運動負荷に対する循環機能の特徴

3) 形態(特に皮脂厚) performance (体力テスト、5分間走)および血液所見(全コレステロール、中性脂肪、尿酸)相互の関係以上、3点について検討することを目的とし、中高年者の運動処方に関する基礎資料を得ようとするものである。

結果は次のとおりである。

- 1) 皮脂厚は各年代の50% tile 値は3部位の合計値と腹部が年代の進行に伴って増加した。
- 2) 壮年体力テストは総点、垂直跳、ジグザグドリブルが年代の進行に伴って低下した。また、総点、ジグザグドリブル、1500m急歩が比較的バラツキが大きかった。
- 3) 5分間走は年代の進行に伴って低下した。30歳代 $1099 \pm 83.6$ m, 40歳代 $1034 \pm 94.7$ m, 50歳代 $899 \pm 190.0$ mであった。
- 4) PWC170 (watt) および体重当り PWC170 (watt/kg) は20歳代(大学生) $143.7 \pm 21.74$  watt ( $2.44 \pm 0.32$  watt), 30歳代  $125.5 \pm 23.65$  watt ( $2.19 \pm 0.37$  watt), 40歳代  $138.5 \pm 17.29$  watt ( $2.30 \pm 0.35$  watt), 50歳代  $128.1 \pm 13.28$  watt ( $2.20 \pm 0.31$  watt), 鍛練者では20歳代(大学生) $193.4 \pm 38.27$  watt ( $3.23 \pm 0.41$  watt), 30歳代  $166.5 \pm 14.63$  watt ( $2.52 \pm 0.25$  watt), 40歳代  $171.2 \pm 19.48$  watt ( $2.73 \pm 0.28$  watt), 50歳代(1名)  $153.0$  watt ( $2.36$  watt) であり、30歳代が一番低値を示した。
- 5) 血液所見では30歳代、40歳代および50歳代それぞれコレステロール  $205.1 \pm 37.13$ mg/dl,

206.6±36.11mg/dl, 207.8±18.50mg/dl, 中性脂肪は 116.4±52.17mg/dl, 109.7±38.46mg/dl, 120.8±54.65mg/dl, 尿酸は 6.5±1.24mg/dl, 6.7±1.23mg/dl, 6.0±0.70mg/dl であった。中性脂肪および尿酸が正常範囲を越える者が多かった。

6) 4分間3段階計12分間連続運動負荷した時, 酸素摂取量は不変であった。心拍数は年代に伴って最大値が減少したのに対し最大血圧では30歳代に比べて40~50歳代の上昇が大きかった。また30歳代と40歳代で皮脂厚の大きい群と小さい群では大きい群の反応が40~50歳代の反応と酷似した傾向を示した。

7) PWC170と体重(30歳代), PWC170/kgと5分間走(40歳代), 5分間走と皮脂厚(50歳代), 1500m急歩(30歳代および40~50歳代) コレステロール(30歳代), 中性脂肪(40歳代), および皮脂厚と壮年体力テスト総点(40~50歳代), 中性脂肪(40~50歳代), 尿酸(40~50歳代)などが有意な相関関係を示した。

(最後に, 実験に御協力戴きました当教室の諸先生方ならびに国土館大学体育学部運動生理学研究室の渡辺剛先生, 今野広隆先生に感謝致します)。

参 考 文 献

- 1) J. H. ディングル (1973): 特集: 生と死—病氣—サイエンス (11) 日本経済新聞社.
- 2) 黒田善雄, 片岡幸雄, 小山秀哉, 沢田美智子, 水野忠和 (1974): Physical Working Capacity と Body Composition の変化からみた中高年者の身体トレーニング効果, 東京大学教養学部, 体育学紀要 Vol. 8, 1-18.
- 3) 福井 巖 (1968): 血清脂質 (数値データの読み方: 正常値と疾病像) 総合臨床 Vol. 17, No. 11 2259-2268.
- 4) 和田正久他 (1968): 血液中および尿中の有機酸およびケトン体 (数値データの読み方: 正常値と疾病像) 総合臨床 Vol. 17, No. 11 2255-2258.
- 5) 勝木新次 (1969): 健康と体力づくり—文明病としての運動不足病の克服—光生館.
- 6) 増田允他 (1964): 循環呼吸機能の解析による中高年者の運動至適量の検索, 体力研究 6, 55-72.
- 7) 香取 瞭 (1966): 循環血液量 (特集循環機能の正常値) 呼吸と循環 Vol. 14, No. 11.
- 8) Brandfonbrener et al. (1955): Changes in cardiac output with age, Circulation 12, 557.
- 9) Landowne M. et al. (1955): The relation of age to certain measures of performance in the heart and circulation. Circulation 12, 567.
- 10) 宮原光夫他 (1966): カテコールアミン代謝と循環系, 呼吸と循環 Vol. 14, No. 4, 287-295.
- 11) U. S. von Euler (1957): ノルアドレナリン (田多井, 網島共訳) 協同医学出版社.
- 12) Strandell, T. (1964): Circulatory studies on healthy old men. Acta medica scand. Suppl. 414.
- 13) Lewis, W. H. (1938): Changes with age in the cardiac output in adult men. Amer. J. Physiol. 121, 517.
- 14) P. M. Ribisl (1969): Effects of training upon the maximal oxygen uptake of middle-aged men. Int. Z. Angew. Physiol. 27, 154-160.
- 15) J. S. Hanson et al. (1968): Long-Term Physical Training and Cardiovascular Dynamics in Middle-aged Men. Circulation Vol. XXXVIII.
- 16) 森 聡 (1961): 日内会誌 50: 486. (血圧—その基礎と臨床—相沢, 長谷川共著 金原出版, 1962) より引用.
- 17) 島本多喜雄 (1974): 動脈硬化の成因をとく鍵機転の解明とそれによる予防法・治療法の創案. 学術月報 26-11.
- 18) " (1972): 粥状硬化症の成因の解明とその治療への新しい試み. 脈管学 12-6.
- 19) 小野三嗣他 (1971): 中高年者における体脂肪沈着度と2, 3の体力指標との関係について. 体力科学 20, 142-150.
- 20) Berkowitz, D. (1964): J. Amer. Med. Assoc. 187, 399. (診断と治療, 55-5, 特集, 肥満, 高岡善人, 成因についての考察) から引用.
- 21) 五島雄一郎 (1972): 食べ物とコレステロール 女子栄養大学出版.
- 22) Albrink, M. J. et al. (1965): Ann. N.Y. Acad. Sci. 131, 673. (引用書は20と同じ)
- 23) 吉村 隆 (1968): 尿酸 (血液化学の正常値) 医学書院.
- 24) 小野三嗣他 (1969): 都会地中高年者体力現状の一断面について. 体力科学 18, 3, 4, 53-71.
- 25) 猪飼道夫 (1968): 最大下負荷による作業能測定法の検討. 日本体育協会体力トレーニング研究小委員会報告.
- 26) 吉沢茂弘 (1970): PWC170による都市と農村生徒の作業能の比較. 体育の科学 9, 553-559.
- 27) 跡見順子他 (1972): 成人女子の有酸素的作業能第23回日本体育学会発表.
- 28) 浅見俊雄他 (1974): (未発表資料)
- 29) 金子公宥他 (1973): 運動処方作成[II]—フィールド走による負荷強度の設定—体育の科学 3, 157-159.