日常運動習慣の変化と身体組成および運動耐容能
——健常者と軽症高血圧者における 1 年間の追跡調査——

稲次潤子* 斉藤俊弘** 清水正比古* 稲垣義明**

EFFECTS OF CHANGING DAILY EXERCISE HABIT ON
BODY COMPOSITION AND MAXIMAL EXERCISE TEST
——ONE-YEAR FOLLOW-UP STUDY OF HEALTHY MALES
AND MALES WITH MILD HYPERTENSION——

JUNKO INAJI, TOSHIHIRO SAITOH, MASAHICO SHIMIZU and YOSHIAKI INAGAKI

Abstract

The effects of changing daily exercise habit on body fat, serum lipids and symptom-limited maximal exercise test (treadmill by Balke protocol) were evaluated in healthy males and males with mild hypertension (MHT) aged 30 to 59 yr during a period of one year. The subjects were selected from males who underwent physical examination. The results were as follows :

A. HEALTHY MALES

Study 1 : Subjects who exercised regularly (3 times or more/week) showed higher exercise tolerance and HDL cholesterol (HDL) and less body fat. Compared to inactive subjects (sports 0~2 times/week), exercise tolerance was higher in the group who tried to walk as much as possible in their every day life.

Study 2 : Inactive subjects without a family history of HT were classified by percentage body fat into three groups (H, M and L). The obese group showed lower exercise tolerance, higher total cholesterol (TC) and lower HDL. Heart rate (HR) and systolic blood pressure (BPs) at the same load during the exercise test were higher in the obese group.

Study 3 : Revisited subjects who did not change their dietary habit for one year were selected from the average group of study 2. The subjects who increased their daily physical activity showed reduced body weight and body fat, increased exercise tolerance and HDL, and lower HR and BPs under the same work load.

B. MALES WITH MILD HYPERTENSION

Study 4 : A similar study was conducted in inactive men with MHT (diastolic BP 90~104 mmHg), non-drug therapy at the first visit and no change in dietary habit for one year. Subjects who increased their daily activity for one year showed reduced body weight and body fat, and both resting BPs and BPd fell by 7 mmHg. HR and BPs decreased under the same work load.

These results suggest that an increase in daily physical activity improves physical fitness, reduces blood pressure and decreases body fat in previously healthy males and in males with MHT.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1993, 42 : 301~316)

key words : Mild hypertension, Daily physical activity, Maximal exercise test, Body composition, Serum lipids

*エアロビクスクリニック

〒297-02 千葉県長生郡長柄町上野521-4

**千葉大学医学部第三内科

〒260 千葉県千葉市中央区玄鼻1-8-1

Aerobics clinic, 521-4 Ueno, Nagara-machi, Chosei-gun, Chiba

297-02

3rd Department of Internal Medicine, School of Medicine, Chiba

University 1-8-1 Inohana, Chuoh-ku, Chiba City, Chiba 260

I. はじめに

近年, 厚生省によるアクティブ 80 ヘルスプラン, 労働省によるトータル・ヘルス・プロモーション・プラン等, 行政レベルでの健康づくり施策を背景として, 公私様々な運動施設が新設されている. その中では若い人々に混じって, 今までスポーツを観る側であった中高年の人々が, 健康のために汗をながす姿をみかけるようになった. しかし中高年の男性にとって定期的に運動を行う時間を作ることは容易ではない.

都心においては交通ネットワークが発達し, 通勤で歩くのは乗換え程度, また地方においては一家庭で複数の車を所有し door to door の生活である. 職場においては高層化されたビルでエレベーターを使い, 仕事も機械化されて人が動くことは少ない. このような現代の日常生活では, 時間と金を使ってフィットネスクラブに通わなければ健康の維持増進ができないのであろうか.

我々のエアロビクスクリニックは, 1985年よりエアロビクス理論⁷⁾の創始者である Dr. K. H. Cooper がアメリカで行っている健診システムを導入し, 中高年者を対象に健康診断, 特に高血圧, 糖尿病, 高脂血症, 肥満など冠動脈疾患の危険因子を評価し, 健康の維持増進を目的とした生活指導を行ってきた.

そこで今回我々の施設で総合健診を受けた中高年者について日常運動習慣とその変化が身体組成, 脂質代謝および運動耐容能におよぼす影響を健常者と軽症高血圧者について検討した.

II. 対象

健常者について次のような手順で対象を順次選択した (Fig. 1).

1985年4月から1992年3月までに6680名が総合健診を受けそのうち初回受診の30歳から59歳の男性は2860名であった.

まず, 有疾患者や肉体的労働者を除いた2029名を対象としてスポーツを行う回数と運動耐容能の関係を検討した (研究1).

次に週に3回以上スポーツを行っている者と,

Fig. 1. Flow chart of the study and subject selection.

高血圧の家族歴を持つ者を除いた1484名を対象として, 体脂肪率と運動耐容能の関係を検討した (研究2).

次に体脂肪率が年代の標準偏差内にあり, 1年後同じ総合健診を受け, 1年間食習慣に変化のなかった303名を対象に日常運動習慣の変化と運動耐容能の関係を検討した (研究3).

最後に初回健診時軽症高血圧であった治療歴のない30歳から59歳の男性108名を対象に1年間の日常運動習慣の変化と運動耐容能の関係を検討した (研究4).

III. 方法

A. 日常生活習慣

受診日以前に記入される問診表, 生活活動調査表, 食事調査表を参考に, 当日医師が診察時再確認して下記の項目を調査した.

- 既往歴, 現病歴, 治療歴

- ・高血圧の家族歴
- ・運動歴
- ・運動習慣（種目、頻度、時間）
- ・日常の歩行時間
- ・日常努めて歩くようにしているか否か
- ・食事習慣（回数、食事時刻、嗜好、飲酒）

再受診時には前回の健診以後日常生活習慣を変えたか否か、何をどのように変えたかを追加質問した。

なお運動習慣はジョギング、テニス、水泳、ゴルフなどいわゆるスポーツを行う習慣と、日常生活の中での活動習慣の2つをわけて検討した。スポーツ習慣はスポーツを持続して15分間軽く汗ばむ程度以上の運動とし、過去3カ月以上週に3回以上のスポーツ実施を規則的なスポーツ習慣ありとした。日常運動習慣は通勤や仕事中の歩行など日常生活に含まれるものとした。

B. 身体組成

身長、体重、体脂肪率を測定した。

栄研式皮脂厚計を用いて利き腕側の7点（上腕背部、胸部、側胸部、肩甲骨下部、腹部、上腸骨部、大腿前部）の皮脂厚を測定し、体比重は Pollock らの式¹³⁾、体脂肪率は Brozek らの式⁶⁾を用いて算出した。

体脂肪量は体重×体脂肪率÷100とした。

当施設では体脂肪率の測定に皮脂厚法と水中体重法の2法を併用しており、水中体重から算出するのが最も良い方法と思われるが、水の中に潜るために全ての受診者には適用できず測定も難しいため皮脂厚法を採用した。なお水中体重法と皮脂厚法による相関は $r=0.78$ と良好であった²⁵⁾。

C. 運動負荷試験

トレッドミル（日本光電社製 STS-7000 運動負荷システム）を用いた自覚的最大運動負荷試験を Balke 法³⁾でおこなった。

負荷前、中、後を通して12誘導心電図を監視し1分毎の心拍数を記録した。

血圧は聴診法で負荷前安静座位（両側）、臥位、立位、負荷開始後1, 3, 5, 7, 10……分時および回復1, 3, 5, 8, 10分に測定した。

運動耐容能は運動持続時間（トレッドミル時間：

TMT）で評価した。

負荷中止基準は American College of Sports Medicine のガイドラインに従った^{1, 12)}。

D. 脂質代謝

血液生化学検査のうち以下の項目を測定した。

総コレステロール(TC)：標準値 130~220 mg/dl, HDLコレステロール(HDL)：男性標準値 40 mg/dl 以上, 総コレステロール HDL コレステロール比(TC/HDL)：男性標準値 4.5 以下, 中性脂肪(TG)：標準値 30~120 mg/dl

IV. 結 果

【研究1】 健常男性の運動習慣と身体組成、運動耐容能および脂質代謝の関係

自覚的最大運動負荷試験を下肢疲労または全身的疲労で終了した、30歳から59歳の健常男性2029名（年代構成：30歳代662名、40歳代1030名、50歳代337名）を対象とし、スポーツを実施する回数によって、全くスポーツの習慣がないあるいは月1から2回しか行わない群（0回）775名、週1から2回週末を利用してスポーツを行う群（1~2回）1134名、および週3回以上規則的にスポーツをする習慣のある群（3~回）120名に分けた。

各群の背景因子は Table 1 に示すとおり、年齢、身長、体重、安静座位血圧について3群間に有意差はなかった。

A. 身体組成

まずスポーツの回数と体重、体脂肪量の関係を検討した。体重には3群間に有意差はないが、体脂肪量は0回群 12.8 ± 4.5 kg, 1~2回群 12.2 ± 3.8 kg, 3~回群 9.9 ± 4.0 kg と規則的なスポーツ習慣のある群で有意に少なく、筋肉量の多いことが推察された (Table 2)。

B. 運動耐容能

スポーツの回数と運動持続時間の関係を検討した。運動持続時間の平均値は0回群 974 秒, 1~2回群 1052 秒, 3~回群 1284 秒で運動耐容能はスポーツの回数が多い群ほど有意に高かった (Table 2)。

C. 脂質代謝

スポーツの回数と血中脂質の関係を検討し

Table 1. Subject's back ground of Study 1
STUDY 1 BACK GROUND (NORMOTENSION)

FREQUENCY of SPORTS EXERCISE TIMES/WEEK	0	1~2	3~
Number	775	1134	120
Age (y. o.)	42.7±6.1	43.4±6.0	43.0±6.7
Hight (cm)	169.0±5.7	169.1±5.3	169.1±5.8
Weight (kg)	66.6±8.7	66.2±7.5	65.0±7.0
Resting BP (mmHg)			
Systolic	120.9±9.7	121.1±9.6	120.9±11.4
Diastolic	81.3±7.6	81.5±7.6	80.9±6.8
M±SD			

Table 2. Body weight (BW), fat tissue weight (FW), treadmill time (TMT) and exercise habit. Subjects who did sports exercise regularly showed less body fat and higher exercise tolerance. In the group who didn't exercise regularly, subjects who tried to walk as much as possible in their daily life, showed higher exercise tolerance.

FREQUENCY OF SPORTS EXERCISE (times/week)			"0"	"1-2"	"0"
			vs	vs	vs
"0"	"1-2"	"3-"	"1-2"	"3-"	"3-"
BW (kg)	66.6±8.7	66.2±7.5	65.0±7.0	n. s.	n. s.
FW (kg)	12.8±4.5	12.2±3.8	9.9±4.0	n. s.	***
TMT (sec)	974±161	1052±170	1284±229	***	***
DAILY PHYSICAL ACTIVITY REGULAR WALKING			DAILY PHYSICAL ACTIVITY REGULAR WALKING		
NOT WALK	WALK		NOT WALK	WALK	
BW (kg)	66.9±8.9	66.1±8.5	n. s.	66.3±7.8	66.1±7.2
FW (kg)	13.3±4.5	12.2±4.5	***	12.2±3.9	12.1±3.7
TMT (sec)	948±153	1011±163	***	1018±161	1076±172

M±SD *** p<0.001

た. TC と TG は 3 群間に有意差はなかったが, HDLC は 0 回群 52.9±13.0 mg/dl, 1~2 回群 55.8±13.9 mg/dl, 3~回群 60.3±16.6 mg/dl でスポーツの回数が多いほど有意 (p<0.001) に高く, また TC/HDLC は 0 回群 3.76±1.1, 1~2 回群 3.60±1.0, 3~回群 3.28±1.0 でスポーツの回数が多い群ほど有意 (p<0.001) に低かった.

次に, 規則的なスポーツ習慣のない 0 回群と 1~2 回群で日常の歩行習慣と運動耐容能および身体組成の関係を検討した (Table 2).

両群を問診表よりさらに日常生活の中で意識して歩いているか否かで 2 群に分けた. まず運動持

続時間の平均は, 0 回群のうち努めて歩く群 1011秒, 歩かない群 948 秒, 1~2 回群のうち歩く群 1076秒, 歩かない群 1018秒で規則的なスポーツ習慣のないいずれの群でも日常意識して歩くように努めている群では運動耐容能が有意に高かった.

体重は 0 回群, 1~2 回群とも歩行習慣による差はなかったが, 体脂肪量は 0 回群で歩く群の方が歩かない群に比して有意に少なかった.

【研究 2】健康男性の体脂肪率と運動負荷試験および脂質代謝の関係

初回受診の健康男性 2029 名から, さらに週 3 回

以上の規則的なスポーツの習慣がなく、高血圧の家族歴のない1484名を選択して検討した。対象を体脂肪率が各年代の（平均－1標準偏差）以下のL群239名（平均±1標準偏差）内のM群991名、（平均＋1標準偏差）以上のH群254名の3群に分けた。

各群の背景因子を Table 3 に示す。

年齢，身長，安静座位血圧および安静時心拍数

は3群間に有意差はなかった。

A. 運動耐容能

運動持続時間の平均値はH群898±143秒，M群1025±156秒，L群1140±171秒で運動耐容能は体脂肪率の高い群ほど有意に（ $p<0.001$ ）低かった。

次に体脂肪率と運動負荷時心拍数の関係を検討した（Fig. 2A）。体脂肪率による群別に負荷前，負荷1分，5分，10分，15分および最大負荷時の

Table 3. Subject's back ground of Study 2
STUDY 2 BACK GROUND (NORMOTENSION)

% BODY FAT	L UNDER MEAN-1 SD of AGE GROUP	M WITHIN M±1 SD of AGE GROUP	H OVER M+1 SD of AGE GROUP
Number	254	991	239
Age (y. o.)	41.9±5.4	43.0±6.3	42.9±6.0
Hight (cm)	169.9±5.3	168.9±5.4	169.4±5.6
Resting BP (mmHg)			
Systolic	119.0±9.6	120.1±9.2	121.9±7.8
Diastolic	78.3±7.5	81.0±7.0	82.4±5.9
Resting HR (bpm)	60.2±8.2	61.5±8.3	63.7±8.2

M±SD

Fig. 2. Heart rate (HR) (Fig. 2 A) and systolic blood pressure (BPs) (Fig. 2 B) during exercise test and body fat (BF). H : obese group %BF>M+1 SD, M : average group %BF within M±1 SD, L : lean group %BF<M-1 SD. HR and BPs are pointed at before exercise, 1, 5, 10, 15 min. and peak exercise.

心拍数を示す。最大負荷時の心拍数はトレッドミル時間に対応させて示した。負荷前および最大負荷時の心拍数は3群間に有意差はなかったが、同一運動負荷時の心拍数は体脂肪率の大きい群ほど有意に高かった。同様にして体脂肪率と運動負荷時収縮期血圧の関係を検討した (Fig. 2B)。同一運動負荷時の収縮期血圧は体脂肪率の大きい群ほど有意に高かった。

B. 脂質代謝

TC は H 群 203 ± 31 mg/dl, M 群 191 ± 31 mg/dl, L 群 178 ± 30 mg/dl, TC/HDLC は H 群 4.26 ± 1.1 , M 群 3.67 ± 1.0 , L 群 2.98 ± 0.8 で体脂肪率の大きい群ほど有意 ($p < 0.001$) に高かった。また HDLC は, H 群 49.6 ± 11.3 mg/dl, M 群 54.1 ± 13.3 , L 群 61.2 ± 14.0 mg/dl で体脂肪率の大きい群ほど有意 ($p < 0.001$) に低かった。TG は3群間に有意差はなかった。

【研究3】 健康男性における1年間の日常運動習慣の変化と身体組成、運動負荷試験および脂質代謝との関係

体脂肪率が各年代の標準偏差以内にあったM群 991名のうち1年後に再度総合健診を受診し、1年間飲酒習慣を含む食習慣に変化のなかった303名を対象として検討した。2回の健診の間隔は12.2カ月であった。再受診時に前回の健診以後

日常生活習慣を変えたか否かを尋ね、1年前と比較して日常の運動量が減った減少群49名、変わらない不変群177名、運動量の増えた増加群77名に分けた。

3群の背景因子を Table 4 に示す。初回健診時の年齢、体重、体脂肪率、安静坐位血圧、安静時心拍数、TC, HDLC, TC/HDL, TG には3群間に有意差はなかった。

日常運動習慣の変化は具体例をあげると、「職場が変わり内勤から外回りになった」例もあるが、多くは「通勤時バスに乗らず歩いた」「通勤時電車を一駅前で降りて歩いた」「駅や社内でエレベーターを使わず必ず階段を使った」「速歩を意識した」など積極的に活動量を高める努力をしていた。スポーツの回数のみを増加させた者は検討から除いた。

A. 身体組成

運動減少群では体重は平均 2.1 kg 増加したが有意差はなかった。体脂肪量は体重増加量にほぼ等しく 1.9 kg 有意に増加した。運動不変群では体重体脂肪量ともに有意な変化はなかった。運動増加群では体重が平均 1.2 kg 減少したが有意差はなかった。体脂肪量は体重減少量にほぼ等しく平均 1.2 kg 有意に減少し、除脂肪体重は維持されていると推察される (Fig. 3)。

Table 4. Subject's back ground of Study 3
STUDY 3 BACK GROUND (NORMOTENSION)

CHANGE of DAILY PHYSICAL EXERCISE	DECREASE	NO CHANGE	INCREASE
Number	49	177	77
Age (y.o.)	43.9 ± 5.8	44.2 ± 5.8	42.7 ± 5.2
Weight (kg)	67.0 ± 6.6	64.5 ± 6.2	67.3 ± 6.7
Body fat (%)	18.7 ± 3.0	18.2 ± 3.7	19.5 ± 3.6
Resting BP (mmHg)			
Systolic	117.4 ± 8.8	119.2 ± 10.9	120.1 ± 8.1
Diastolic	77.8 ± 6.2	76.3 ± 8.2	79.3 ± 8.0
Resting HR (bpm)	59.9 ± 5.3	61.1 ± 7.4	61.4 ± 8.3
TC (mg/dl)	187.7 ± 36.9	194.6 ± 32.6	199.5 ± 31.4
HDLC (mg/dl)	55.3 ± 13.1	55.8 ± 13.6	52.1 ± 11.3
TC/HDL	3.6 ± 1.0	3.6 ± 1.0	4.0 ± 1.1
TG (mg/dl)	117.3 ± 54.2	146.5 ± 90.1	135.1 ± 57.1
M $\pm$ SD

Fig. 3. Body weight (BW) and fat-tissue weight (FW) change between 1st time and 2nd time and the change of daily physical activity. The subjects who increased daily physical activity showed reduced fat tissue weight.

Fig. 4. Treadmill time (TMT) and the change of daily physical activity. The group who increased daily physical activity showed longer treadmill time than 1st time.

B. 運動耐容能

自覚的最大運動負荷試験におけるトレッドミル時間は運動減少群で1068秒から1007秒に有意に短縮し、運動不変群では1043秒から1064秒で有意な変化はなく、運動増加群では1025秒から1121秒に有意に延長した (Fig. 4)。次に安静時心拍数と最大負荷時心拍数は3群ともに初回と第2回で差はなかった。同一運動負荷時の心拍数は運動減少群と運動不変群では初回と第2回に差はなかったが、運動増加群では有意に減少した (Fig. 5A)。

安静時血圧と最大負荷時血圧は3群ともに初回と第2回で差はなかった。同一運動負荷時の血圧は運動減少群と運動不変群では初回と第2回で差はなかったが、運動増加群では有意に低下した

(Fig. 5B)。

さらに運動負荷試験で初回と第2回に有意差がみられた運動増加群について、血圧や心拍数の変化と体重の変化との関係を検討した。運動増加群77名を初回から第2回に体重が減少した群53名と体重が変わらないか増加した群24名に分けた。運動増加群では、体重減少群でも体重増加群でも同一運動負荷時の心拍数と収縮期血圧は有意に低下し、運動持続時間は有意に延長した (Fig. 6A, 6B)。

C. 脂質代謝

TCとTGは3群ともに初回と第2回に有意な変化はなかった。HDL-Cは運動減少群と運動不変群では初回と第2回に変化はなかったが、運動増

Fig. 5. Heart rate (HR) (Fig. 5 A) and systolic blood pressure (BPs) (Fig. 5 B) during exercise test and the change of daily physical activity, maximum HR and BPs (●●). The subjects who increased daily physical activity showed lower HR and BPs under same work load.

加群では $52.1 \pm 11.3 \text{ mg/dl}$ から $56.8 \pm 13.0 \text{ mg/dl}$ に有意に ($P < 0.05$) 増加した。同様に TC/HDL-C は運動増加群でのみ 4.0 ± 1.1 から 3.6 ± 0.8 に有意 ($P < 0.01$) に低下した。

【研究 4】 軽症高血圧症における 1 年間の日常運動習慣の変化と身体組成, 運動負荷試験および脂質代謝の関係

1985 年 4 月から 1992 年 3 月までの総合健診受診者 6680 名のうち以下の選択基準を満たす 108 名を対象とした。

1) 30 歳から 59 歳の男性。

2) 1 年間隔で 2 回以上総合健診を受診。

3) 初回健診時, 安静坐位の拡張期血圧が $90 \sim 104 \text{ mmHg}$ 。

4) 高血圧の治療歴がない。

5) 初回健診時の体脂肪率が各年代の 1 標準偏差内にある。

6) 1 年間食習慣の変化がない。

2 回の健診の間隔は平均 11.8 カ月であった。108 名の対象を日常生活における運動量が 1 年前初回時より減少した群 15 名, 増加した群 37 名, 不変群 56 名に分けた。各群の背景因子を Table 5 に

Fig. 6. Heart rate (HR) (Fig. 6 A) and systolic blood pressure (BPs) (Fig. 6 B) during exercise test. Compared between the lose weight group and the gain weight group, both group increased daily physical activity. Both group showed lower HR and BPs under same work load.

示す。

初回健診時の年齢、体重、体脂肪率、安静時血圧、安静時心拍数には3群間に有意差はなかった。

A. 身体組成

運動減少群では体重が 2.0 kg 増加し、体重増加量にほぼ等しく体脂肪量が 2.1 kg 有意に増加した。運動不変群では体重、体脂肪量とも有意な

Table 5. Subject's back ground of Study 4
STUDY 4 BACK GROUND (MILD HYPERTENSION)

CHANGE of DAILY PHYSICAL EXERCISE	DECREASE	NO CHANGE	INCREASE
Number	15	56	37
Age (y. o.)	45.1±5.5	45.9±5.5	45.4±5.9
Weight (kg)	68.3±5.5	68.5±6.7	68.9±6.6
Body fat (%)	19.4±3.1	19.8±2.9	19.8±3.3
Resting BP (mmHg)			
Systolic	141.2±7.0	140.9±10.2	141.9±10.8
Diastolic	98.0±5.3	96.3±4.9	96.7±5.0
Resting HR (bpm)	63.4±9.1	63.8±8.6	65.5±7.3
TC (mg/dl)	194.7±37.0	202.6±30.4	200.0±32.0
HDLC (mg/dl)	52.5±9.7	55.9±12.4	53.6±9.7
TC/HDLC	3.8±0.6	3.8±1.0	3.7±0.8
TG (mg/dl)	166.0±99.0	151.9±98.5	178.0±129.2

M±SD

Fig. 7. Body weight (BW) and fat-tissue weight (FW) change between 1st and 2nd time, and the change of daily physical activity. (mild hypertension)

変化はなかった。運動増加群では体重が 0.8 kg 減少し、体脂肪量は体重減少量にはほぼ等しく 1.1 kg 有意に減少した (Fig. 7)。

B. 運動耐容能

運動持続時間は初回時 3 群間に有意差はなかった。運動減少群では初回 1020 秒から第 2 回 979 秒に短縮する傾向がみられた。運動不変群では初回 978 秒から第 2 回 991 秒と有意な変化はなく、運動増加群では初回 968 秒から第 2 回 1075 秒に有意に

延長した (Fig. 8)。

安静時心拍数は 3 群とも初回と第 2 回に有意な差はなかった。安静坐位血圧は運動減少群と不変群には明らかな変化がみられなかったが、運動増加群では収縮期血圧初回 142±11 mmHg から第 2 回 135±10 mmHg に、拡張期血圧初回 97±5 mmHg から第 2 回 90±5 mmHg に有意に低下した (Fig. 9)。運動負荷時の心拍数を比較すると、負荷前および最大負荷時心拍数は 3 群ともに初回

Fig. 8. Treadmill time (TMT) and the change of daily physical activity (mild hypertension).

Fig. 9. Resting heart rate (HR), resting blood pressure (BP) and the change of daily physical activity (mild hypertension). The subjects who increased daily physical activity showed both systolic and diastolic resting BP fell by 7 mmHg.

と第2回で差はなかった。同一運動負荷時の心拍数は運動減少群と運動不変群では明らかな変化はなかったが、運動増加群では有意に低下した (Fig. 10 A)。

運動負荷時の収縮期血圧を比較すると同一運動負荷時の収縮期血圧は運動増加群で有意に低下

し、運動減少群では上昇する傾向があった (Fig. 10 B)。

C. 脂質代謝

運動不変群と運動減少群では TC, HDLC, TC/HDLC, TG いずれも明らかな変化はなかった。運動増加群では TC が減少し HDLC が増加する

Fig. 10. Heart rate (HR) (Fig. 10 A), systolic blood pressure (BPs) (Fig. 10 B) during exercise test and the change of daily physical activity (mild hypertension).

傾向がみられたが有意ではなかった。TC/HDLCは初回 3.7 ± 0.8 から第2回 3.4 ± 0.7 に有意に ($P < 0.01$) 減少した。

V. 考 察

わが国においてもこの十数年来、小児から中年者にいたるまで運動不足とエネルギーの相対的摂取過剰による弊害が問題となっている。国民の

死因の約1/4が虚血性心疾患と脳血管疾患で、それらの誘因となっている高血圧症、糖尿病、高脂血症等の有病率が急増している¹⁷⁾。このような社会状況を背景に厚生省では昭和63年から疾病予防、健康増進に重点をおいたアクティブ80ヘルスプランを実施し、栄養、運動、休養という健康づくりの3要素を取り入れた生活習慣の確立をめざしている。運動に関しては、健康を維持するため

の必要最小限の運動を習慣化させることを目的として1989年に「健康のための運動所要量」が示された。例えば40歳代男性の健康度の目標を最大酸素摂取量 $\dot{V}O_2\text{max}/\text{wt}$ で 39 ml/kg/min とし、 $50\%\dot{V}O_2\text{max}$ 強度に相当する心拍数として120拍/分の運動を週合計160分行うように提示している²³⁾。

健診受診者の日常の身体活動量を客観的に評価するのは難しい。今回の研究では受診者の主観により記入された問診表を参考にして、運動負荷試験で得られたいくつかの指標を日常運動習慣の結果としてとらえ、様々な検討を加えてみた。我々が運動負荷試験に用いている Balke 法は25分まで速度 3.3 mph 一定で25分以後毎分 0.2 mph 漸増し、斜度は最初の1分目に2%上昇し以後毎分1%ずつ漸増、25分以後は25%一定とする負荷方法である。トレッドミル上の歩行に慣れた時点で支持バーから両手を放して歩き、自覚的最大に達した時点で支持バーをつかむと同時に速度を 2 mph 、斜度を0%に落として3分間歩行した後、7分間臥位安静で回復過程を観察する。Balke 法はよく用いられている Bruce 法に比べて時間はかかるが、ウォーミングアップをしながら負荷が徐々に上がってゆき25分まで歩行運動であるため、スポーツの習慣のない中高年男性の全身持久力をみるのに適している。

【研究1】 健常男性の運動習慣と身体組成、運動耐容能および脂質代謝の関係

健診後の個別指導の場合でも、運動したいが時間がない、施設がない、といった声をよく耳にする。フィットネス施設へ通ったりテニスクラブに入ったりしなければ健康維持増進の運動はできないのであろうか。研究1ではスポーツ運動と日常運動をわけて比較を行った。スポーツ運動を週3回以上行っている群では運動耐容能と HDL コレステロールが他群より明らかに高く、体脂肪量も有意に少なかった。しかし規則的な運動習慣のある者は健常対象2029名中の120名(5.9%)で中高年の男性が週3日以上スポーツ運動を行うことの困難さがうかがえた。週末を利用してスポーツ運動を行う群は全く運動しない群より運動耐容能は高

かったが体脂肪量には差がなく、また週日の歩行を中心とした身体活動で比較すると、スポーツはしないが日常歩くよう努力している群と週末スポーツはするが日常歩かない群の運動耐容能はほぼ同等であった。

当施設の健診では、自覚的最大運動負荷試験の結果をもとにして予測最大酸素摂取量(pred. $\dot{V}O_2\text{max}$)の50から60%強度に相当する目標心拍数の運動処方を行う。1周200mのトラックを分速100mで2周し、前後で脈拍を測定して個々の目標心拍数と比較すると、運動習慣のない者では分速100mの早歩きで多くの者が目標心拍数内に到達していることから、日常生活の中でも努めて歩くように意識すると「健康づくりのための運動所要量」を満たすことができると推測される。

$50\%\dot{V}O_2\text{max}$ 強度の運動は、運動習慣のない中高年者にとって、有酸素運動の運動効果を無理なく効果的に得られる運動強度とされている。疲労物質である乳酸の生成と除去のバランスがとれるため、運動を持続することができ、運動を持続しても関節や筋肉の障害はほとんどない。また $50\%\dot{V}O_2\text{max}$ 強度の運動では、エネルギー供給が脂質50%、糖質50%の燃焼によって得られるため脂質代謝の活性化、体脂肪の減少に効果的であることなどの理由による。

身体活動量と虚血性心疾患の発症に関する疫学的研究では、1953年 Morris らがバスの運転手と車掌、郵便局の配達人と坐業者を比較して身体活動量の高い職種のものに虚血性心疾患の発生率が低いことを発表した¹⁹⁾。最近の欧米の縦断的疫学的研究では Paffenbarger らのハーバード大学卒業生約17000名の追跡調査があり、日常の身体活動度(kcal/週)が高い者ほど死亡率が低いことが示され、主な理由は虚血性心疾患による死亡率が低いことが考えられている²²⁾。また Blair らの研究にみられるように、身体活動の低下は高血圧、喫煙、高脂血症と同様に主要危険因子と考えられている^{4,6)}。

【研究2】 健常男性の体脂肪率と運動負荷試験および脂質代謝の関係

研究1より週に3回以上規則的にスポーツを行

っているものは、規則的に行っていないものと比較して明らかに運動耐容能や身体組成脂質代謝が異なっていた。そこで以下の研究では日常生活の中での運動について検討するために、週に3回以上スポーツを行っているものは除いた。また小渋によれば¹⁸⁾高血圧の遺伝素因を有する者は、安静時正常血圧でも運動負荷時に血圧上昇度が大きいので、高血圧の家族歴を持つ者も対象から除いた。

慢性的な運動不足とエネルギーの相対的摂取過剰の結果として体脂肪の過剰蓄積つまり肥満が起こってくる。肥満はまた糖尿病や高脂血症を増悪させ、高血圧の頻度も高くなる。研究2では規則的な運動習慣のない、高血圧の遺伝的素因のない正常血圧者について体脂肪率と運動耐容能、運動負荷時の血圧心拍数の関係を検討した。体脂肪率が年代の平均+1標準偏差を上回る肥満群(H群)は身長、体重や安静時の心拍数と血圧、最大負荷時の心拍数と収縮期血圧いずれも非肥満群(M群, L群)と差はなかったが、運動耐容能は低くまた最大下運動においては同一運動負荷に対する心拍数と収縮期血圧の反応が有意に大きかった。

肥満者における昇圧機序として高インスリン血症、インスリン抵抗性、交感神経緊張、ナトリウム貯留などが考えられており、肥満群での心拍数や血圧の反応増大は、運動負荷に対する交感神経系の反応性の違いによるものと思われた。

【研究3】 健常男性における1年間の日常運動習慣の変化と身体組成、運動負荷試験および脂質代謝の関係

研究2における検討では、体重は同じでも体脂肪量が多く除脂肪体重が少ないことによる物理的要因も否定できない。そこでさらに体脂肪率が年代の1標準偏差より高い群と低い群を除き、1年間食習慣を変えずに運動習慣のみを変えて経年的変化を検討した。

積極的に日常の身体活動量を増した群では除脂肪体重を変化させずに体脂肪量が平均1.0kg減少した。総コレステロールには変化がなかったが、HDL コレステロールは有意に増加した。運動耐容能は明らかに増大し、安静時と最大負荷時の心拍数と収縮期血圧には有意な変化がみられなかつ

たが最大下運動において同一運動負荷に対する心拍数と収縮期血圧は低下した。体脂肪量減少の影響を検討するために運動増加群を体重減少群と体重増加群にわけて比較したところ、同一運動負荷に対する心拍数、血圧の低下は体重の増減に関わらず両群でみられた。したがって体脂肪量の減少という物理的要因だけではなく、体液性神経性要因による変化であることが推察された。

【研究4】 軽症高血圧症について1年間の日常運動習慣の変化と身体組成、運動負荷試験および脂質代謝の関係

健常者について、日常の運動量を増加させることのみによって、虚血性心疾患の危険因子を減少させる方向性がみられたので、研究4では同様の検討を6項目の選択基準を満たした初回健診時軽症高血圧症者について行った。

軽症高血圧者が1年間積極的に日常運動量を増加させることのみによって、除脂肪体重を減少させることなく体脂肪量は平均約1.0kg減少した。総コレステロールと中性脂肪は減少しHDL コレステロールは増加する傾向がみられ、総コレステロール/HDL コレステロール比は低下した。運動耐容能は増大し、安静時血圧は収縮期、拡張期とも平均7.0 mmHg 低下した。安静時心拍数は有意な変化はなかったが、最大下運動での同一運動負荷時の心拍数と収縮期血圧は有意に低下した。このように軽症高血圧者が日常運動習慣を変えることのみによって血圧の改善ばかりでなく、体力を維持増進し、身体組成や脂質代謝にも良い変化がみられることが明らかになった。

近年本態性高血圧症の運動療法の研究が盛んになり、軽症高血圧症の一般療法として有効性が評価されている。運動療法による血圧低下の機序はまだ十分に解明されていないが、血行動態的要因として心拍出量の減少、末梢血管抵抗の減少、神経系要因として交感神経緊張の低下、栄養的要因として体重減少、飲酒量減少、ナトリウム摂取量減少と排泄量増加、体液性・代謝性要因として血漿カテコールアミン、血漿インスリンの減少、血中プロスタグランディンEやタウリンの増加などが報告されている^{2,9,11,15,24)}。

日常生活活動量と血圧の関係について、Paffenbarger らはハーバード大学卒業生約15000人についての追跡調査で、2000 kcal/週以上の運動を行っているものは高血圧の頻度が低い（非運動者／運動者＝1.3～1.35）と報告している²¹⁾。Cooper Clinic の Blair らは正常血圧の健診受診者約6000名についての12年間の追跡調査でトレッドミル時間で評価した体力レベルの高いものは高血圧に移行する頻度が低い（低持久能力者／高持久能力者＝1.52）と報告している⁵⁾。運動の降圧効果に関する文献の多くが高血圧に対する運動療法の有効性を支持しており、収縮期血圧で6～13 mmHg、拡張期血圧で6～16 mmHg の改善があったと報告されている^{9,14,15,20,24)}。Fagard が過去の文献をもとに検討したところによると運動療法前後の収縮期血圧の改善は開始前の血圧が軽症高血圧で特に大きいことが示された¹⁰⁾。また運動療法に際して指示される運動強度は、近年強度の低い運動、最大酸素摂取量の50%強度あるいはLT（乳酸代謝閾値）レベルでも十分な効果がみられるとの報告が出されてきており^{15,24)}、われわれの対象とした規則的な運動習慣のない者では日常生活の運動レベルでも運動効果が認められた。今回1年間の追跡調査では、日常運動量の増加した群では運動耐容能の増大と安静時や運動時の血圧の低下がみられたが、運動習慣と高血圧の関係を検討するためにはさらに長期間にわたる追跡調査が必要である。生活の質、健康の質が問われる現代社会にあって、高血圧症患者に対する非薬物療法としてまた高血圧の一次予防として運動の持つ意義はますます大きくなると思われる。

VI. ま と め

総合健診を受診した30歳から59歳の男性を対象として日常の運動習慣とその変化が身体組成、運動耐容能および脂質代謝におよぼす影響を健常者と軽症高血圧者について検討した。

その結果、

A. 健常者における検討

1. 初回健診時運動負荷試験を下肢または全身疲労で終了した2029名では、スポーツの回数が多

い群ほど運動耐容能が高く、HDL コレステロールも高かった。また規則的な運動習慣のない群でも日常努めて歩く群は歩かない群より運動耐容能が高かった。

2. 規則的な運動習慣を持たず、高血圧の家族歴がない1484名では、体脂肪率の大きい群ほど運動耐容能は低く、同一運動負荷時の心拍数と収縮期血圧は高かった。また体脂肪率の大きい群ほど総コレステロールが高く、HDL コレステロールは低かった。

3. 初回健診時体脂肪率が年代の標準偏差内にあり、1年後再受診し1年間食習慣に変化のなかった303名では、日常の運動量が増加した群で体重、体脂肪量が減少し、運動耐容能が増大し、同一運動負荷時の心拍数と収縮期血圧は低下し、HDL コレステロールが増加した。また運動量の増加した群で体重の減少した群と増加した群を比較すると、いずれの群でも運動耐容能は増大し、同一運動負荷時の心拍数と収縮期血圧は低下した。

B. 軽症高血圧者における検討

初回健診時体脂肪率が年代の標準偏差内にあり、高血圧の治療歴がなく、安静座位血圧が拡張期血圧90～104 mmHg で、1年後再受診し1年間食習慣に変化がなかった108名では、日常運動量の増加した群で体重、体脂肪量が減少し、安静時血圧が収縮期拡張期とも低下し、同一運動負荷時の心拍数および収縮期血圧が低下した。また総コレステロールが低下し、HDL コレステロールは増加した。

以上より規則的な運動習慣のない中高年男性が日常の運動習慣を変えることのみによって身体組成や脂質代謝、運動耐容能が変化することが明らかになった。

(受付 平成4年12月9日)

参 考 文 献

- 1) American College of Sports Medicine (1986) : Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 3rd Ed. Lea & Febiger, Philadelphia 9-30.
- 2) Arakawa, K., Kiyonaga, K., Shindo, M. and

- Tanaka, H. (1984) : Antihypertensive effect of aerobic exercise therapy and plasma renin activity. *Circulation*, **70**, II63.
- 3) Balke, B. and Ware, R. W. (1959) : An experimental study of "physical fitness" of Air Force personnel. *U. S. Armed Force Med. J.*, **10**, 675-688.
 - 4) Blair, S. N., Kohl, H. W., Paffenbarger, Jr. R. S., Clark, D. G., Cooper, K. H. and Gibbons, L. W. (1989) : Physical fitness and allcause mortality. A prospective study of healthy men and women. *J. A. M. A.*, **262**, 2395-2401.
 - 5) Blair, S. N., Goodyear, N. N., Gibbons, L. W. and Cooper, K. H. (1984) : Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. : *J. A. M. A.*, **252**, 487-490.
 - 6) Brozek, J., Grande, F., Anderson, T. and Keys, A. (1963) : Densitometric analysis of body composition; revision of some quantitative assumptions. *Ann. NY Acad. Sci.* **110**, 113-140.
 - 7) Cooper, K. H. (1968) : *Aerobics* M. Evans and Company, Inc., NY.
 - 8) Cooper, K. H., Pollock, M. K. and Martin, R. P. (1976) : Physical fitness levels vs selected coronary risk factors. A crosssectional study. *J. A. M. A.*, **236**, 166-169.
 - 9) Duncan, J. J., Farr, J. E., Upton, J., Hagan, R. D., Oglesby, M. E. and Blair, S. N. (1985) : The effect of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension. *J. A. M. A.*, **254**, 2609-2613.
 - 10) Fargard, R. (1985) : Habitual physical activity, training, and blood pressure in normo- and hypertension. *Int. J. Sports Med.*, **6**, 57-67.
 - 11) Ferrannini, E., Buzzigoli, G., Bonadonna, R., Giorico, M. A., Oleggini, M., Graziadei, L., Pedrinelli, R., Brandi, L. and Bevilacqua, S. (1987) : Insulin resistance in essential hypertension. *N. Engl. J. Med.*, **317**, 350-357.
 - 12) Fletcher, G. F., Schlant, R. C., Blomqvist, C. G., Brandenburg, R. O., DeBusk, R., Ellestad, M. H., Froelicher, V. F., Hall, R. J., McCallister, B. D., McHenry, P. L., Ryan, T. J. and Sheffield, L. T. (1986) : Guidelines for exercise testing. A report of the Joint American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Assessment of Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Exercise Testing) Special report. *Circulation*, **74**, 653 A-667 A.
 - 13) Jackson, A. S. and Pollock, M. L. (1978) : Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.* **40**, 497-504.
 - 14) Jackson, A. S., Pollock, M. L. and Ward, A. (1980) : Generalized equation for predicting body density of women. *Med. Sci. Sports Exer.* **12**, 175-182.
 - 15) Jennings, G. L., Nelson, L. and Esler, M. D. (1984) : Effects of changes in physical activity on blood pressure and sympathetic tone. *J. Hypertension*, **2**, III139-141.
 - 16) Kiyonaga, A., Arakawa, K., Tanaka, H. and Shindo, H. (1985) : Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension*, **7**, 125-131.
 - 17) 厚生統計協会編(1992) : 国民衛生の動向. 厚生統計協会, 東京, 36-84.
 - 18) 小沢雄一郎(1991) : 健常血圧者の昇圧反応性における遺伝素因の関与について—高血圧発症における遺伝素因の役割—. *脈管学*, **31**, 231-240.
 - 19) Morris, J. N., Heady, J. A., Raffle, P. A. B., Roberts, C. G. and Parks, J. W. (1953) : Coronary heart disease and physical activity of work. *Lancet*, **2**, 1053-1057, 1111-1120.
 - 20) Nelson, L., Jennings, G., Esler, M. and Korner, P. (1986) : Effect of changing levels of physical activity on blood pressure and hemodynamics in essential hypertension. *Lancet* **2**, 473-476.
 - 21) Paffenbarger, R. S. Jr., Wing, A. L., Hyde, R. T., Jung, D. L. (1983) : Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am. J. Epidemiol.*, **117**, 245-257.
 - 22) Paffenbarger, Jr. R. S., Hyde, R. T., Wing, A. L. and Hsieh, C. C. (1986) : Physical activity, all-cause of mortality, and longevity of college alumni. *New Engl. J. Med.*, **314**, 605-613.
 - 23) 進藤宗洋(1990) : 厚生省の「健康づくりのための運動所要量」について. *保健の科学*, **32**(3), 139-156.
 - 24) Urata, H., Tanabe, Y., Kiyonaga, A., Ikeda, M., Tanaka, H., Shinnd, M. and Arakawa, K. (1987) : Antihypertensive and volume depleting effects of mild exercise an essential hypertension. *Hypertension*, **9**, 245-252.
 - 25) 吉崎英清, 稲次潤子, 山崎行雄, 山田憲司郎, 清水正比古(1987) : 野球選手と一般人における肥満度と体脂肪率の比較検討. *体力科学*, **36**, 630.