中年男性の身体活動から捉えた日常生活, 有酸素能力, および健診成績

末 永 貴 久

(医) 佐世保同仁会病院, 長崎大学医学部衛生学教室

Classification of Physical Activity and Health Related Variables in Men

Takahisa SUENAGA

Sasebo Dojinkai Hospital, Nagasaki

Department of Preventive Medicine and Health Promotion, Nagasaki University School of Medicine, Nagasaki

Abstract **Objectives and Methods:** In this study, the relationship of physical activity with aerobic capacity and health checkup results were examined among 288 men aged 45.7 (mean)±8.13 (SD) years. Physical activity was evaluated from a 3-day activity record and expressed as metabolic-equivalent (MET) (/day). Total caloric intake was evaluated from a 3-day dietary record. $\dot{V}O_2\text{max}$ was measured as the index of aerobic capacity, and body mass index (BMI), waist-hip ratio (WHR), % fat, and increase in body weight from 20 years old were used as indices of body composition.

Results: In multiple regression analysis, MET value, % fat, WHR and increase in body weight from 20 years old were independently and significantly associated with $\dot{V}O_2\text{max}$. As MET value was a significant predictor, it may be important to evaluate physical activity not only during leisure time, but also throughout the whole day. In addition, preventing total body fat and abdominal fat increase seemed important to maintain and to increase aerobic capacity.

To grasp the pattern of physical activity more precisely, subjects were classified into 6 groups (A: sedentary, B: sedentary + walking, C: sedentary + brisk walking, D: sedentary + exercise, E: active, F: active + exercise), and each variable was compared using one-way analysis of variance and post-hoc test analysis (Tukey method). MET value increased in the order of groups A, D, E and F. Groups D and E showed no significant difference in the $\dot{V}O_2\text{max}$ and MET value, while both groups showed significantly higher values than those of group A. Therefore, aerobic capacity differed not only according to the presence of habitual exercise, but also according to whether the subjects had an active daily life. When sedentary, it seemed important to be active for about 1-hour/day. Regarding body fat, group F showed the lowest value in each variable. Systolic and diastolic blood pressures, and blood triglyceride levels were highest in group A and lowest in group F, suggesting the effects of an active daily life and habitual exercise. In group A, the total caloric intake was also highest. Therefore, improving the total lifestyle, including diet, was also considered necessary.

Conclusions: Classification of subjects according to their pattern of physical activity may be useful in health education settings to increase physical activity and to prevent life-style-related diseases.

Key words: physical activity (身体活動), classification (分類), aerobic capacity (有酸素能力), life-style-related diseases (生活習慣病), results of health checkup (健診成績)

はじめに

健康増進及び生活習慣病対策においては、運動、睡眠、栄養バランス、ストレス、飲酒、喫煙、労働時間などの

生活習慣 (ライフスタイル) を把握し、改善していくことが重要である (1)。特に、現代社会がもたらす運動不足の解消や、有酸素能力の向上を主眼とした指導を行う場合、従来からのトレーニングによる体力増強という観点 (2) から、近年では、定期的な運動習慣を定着させること (3)、日常生活全般に中強度の運動を取り込むこと、さらに身体の筋力や柔軟性を高めることの効果も認識されている (4)。「健康づくりのための運動所要量」 (3) では、年齢に応じた最大酸素摂取量の維持目標値が設定さ

受付 2001 年 10 月 2 日, 受理 2002 年 1 月 7 日

Reprint requests to: Takahisa SUENAGA

Sasebo Dojinkai Hospital, 1-6 Hamadamachi, Sasebo, Nagasaki 857-0051, Japan

TEL & FAX: +81(956)23-4181

れ、健康づくりのために推奨される運動の強度が示されている。また、「第六次改訂日本人の栄養所要量」(5)では、生活活動強度区分 (I~IV) に加えて、具体的な日常生活活動の例として、望ましい活動量を得るための動作内容が時間で示されている。さらに「健康日本 21」(6)では、日頃から運動を実施している人の増加、散歩をしたり、速く歩いたり、乗り物やエレベータを使わない人の増加、1日の平均歩数を1000歩増やすなど、活動的な生活の習慣化を具体的な数値目標として挙げている。

身体活動に関する研究において、これまでの多くが、質問紙を用いて、余暇活動や運動実施について評価し、体格的な要素、生活習慣病のリスクファクター (特に虚血性心疾患のリスク要因)、死亡率などとの関連について検討がなされている (7-11)。さらに、身体活動全体の評価では、消費エネルギーやスコアとして定量化したもの (12, 13) や、有酸素能力によって分類し、虚血性心疾患の危険因子との関連を見たもの (14) がある。しかし、実際の指導に活用しやすい、具体的な活動内容を示したものは少なく (15)、さらに、日常生活を身体活動の時間、強度により客観的に分類し、体格や健診成績との関連を説明したものは見あたらない。

本研究では、中年男性の身体活動について、身体活動量を有酸素能力との関連から検討し、さらに、活動的か、座位中心か、活動や運動を付加しているかといった観点からタイプ分類を行い、有酸素能力、栄養摂取状況、体格、健診成績 (血圧、血液データ) との関連について比較検討を行った。特に今回は、健康診断や人間ドック、または健康教室などでも比較的容易に得ることができる項目を採用し、得られたデータを生活習慣と照らし合わせて解釈していくことを目的とした。

対象と方法

(1) 対象者

対象は平成10年7月から平成12年1月までの間に、長崎県佐世保市内のS病院 (50床) の人間ドック (1泊および2泊コース) を受診した男性322名であった。このうち、最大酸素摂取量 (以下 $\dot{V}O_2\max$) の測定前に行うメディカルチェックにおいて、循環器系疾患の治療中や心電図異常により運動を制限された14名、測定中の疲労、血圧異常、心電図異常により測定を中止した8名、活動記録の未記入やデータが欠落していた12名を除く、残りの288名を解析対象とした。対象者の年齢は、30歳-61歳 (平均45.7歳) であり、その職種は大別して事務職が61名、教職が159名、その他の労作業職が68名であった。

(2) 測定方法

対象者は、人間ドック受診前に24時間の身体活動を記録した。使用した活動記録は、先行研究 (16-18) のものを修正し、対象者は1日の活動を「睡眠・横たわり」「座

位」「立ったり座ったり」「単純な移動」「負荷のかかる日常作業」「軽い運動」「高強度の作業」「高強度の運動」「重労働・激しい運動 (競技的)」の9段階に分け10分ごとに記録を行った。10分ごとのメッツ値はそれぞれ、0.17, 0.25, 0.38, 0.47, 0.55, 0.80, 0.93, 1.0, 1.33とした。記録は3日間 (平日2日、休日1日) 行い、1日のメッツ値を算出し、1週間分に換算 (平日を6日、休日を1日) した値の平均値を1日当たりの総メッツ値とした。なお、高強度の作業や運動については、具体的な内容と頻度を問診し、そのメッツ値により総メッツ値の算出に加味した。

食事内容についても対象者は、身体活動と同様に平日2日、休日1日の3日間、摂取した全ての食品を記録した。得られた記録をもとに、食品別に4訂日本食品成分表 (19) から1日の合計カロリーを算出し、さらに1週間分に換算 (平日を6日、休日を1日) した値の平均値を、1日当たりの摂取カロリーとした。

体格は、BMI (Body mass index, 体重 (kg) ÷ 身長 (m)²)、WHR (腹囲 ÷ 臀囲)、体脂肪率 (%fat) を計測した。体脂肪率は、キャリパーを用いて測定した2部位 (上腕背部と肩甲骨下部) の皮下脂肪厚より、長嶺らの式を用いて身体密度を算出し、Brozekの式に当てはめ推定した (20)。また、体重は現在の値だけではなく、問診時に20歳時点の体重を、思い出し法により記入してもらい、その増減値を得た。

血液検査は、早朝空腹時に肘静脈より採血を行い、結果を得たが、本研究では、各種の健康診断においても実施頻度の高い生化学項目を採用した。データ解析には、血中脂質 (総コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪)、肝機能 (GPT)、空腹時血糖値を用いた。血圧は、安静仰臥位で測定した。また、これらの医学的変量と併せ、有酸素能力の指標である $\dot{V}O_2\max$ を、間接法により最大下負荷で測定した。測定は多段階運動負荷試験から得られた推定値を用いた。使用した自転車エルゴメーターはML-1800、値の算出にはwell-200 (フクダ電子) を用いた。なお、測定に際して、運動中の心電図と血圧をモニターし、安全性を確保するとともに、間接法の推定精度を高めるための適切な負荷設定と心拍数の把握に留意した。

(3) 日常生活のタイプ分類

身体活動の把握に用いた活動記録をもとに、日常生活のタイプ分類を行った。この際、日本人の栄養所要量 (第六次改訂) における生活活動動作の時間区分 (5) を参照し、4段階の動作内容 (「安静・立つ」「歩く」に該当するような立位移動の行動、「速歩」に該当するような作業や軽い運動、「筋運動」に該当するような重労働や中高強度の運動) の活動時間により、6つの日常生活タイプ (A~F) に分類した。以下に実際のタイプ分類の方法を示す。

A: 座位中心群 「安静・立つ」が21時間以上。もしくは

は、19 時間以上であり、「速歩」が 1 時間未満、「筋運動」が 10 分未満。

B: 座位+立位移動群 「安静・立つ」が 17 時間以上であり、「歩く」が 3 時間 30 分～5 時間、「筋運動」が 10 分未満。

C: 座位+活動群 「安静・立つ」が 17 時間以上であり、「速歩」が 1 時間 30 分以上、「筋運動」が 10 分未満。

D: 座位+運動群 「安静・立つ」が 17 時間以上であり、「速歩」が 1 時間以上または「筋運動」が 20 分以上。

E: 活動中心群 「安静・立つ」が 17 時間未満であり、「歩く」が 6 時間以上、「筋運動」が 10 分未満。

F: 活動+運動群 「安静・立つ」が 17 時間未満であり、「歩く」が 4 時間以上、「速歩」が 1 時間 30 分以上または「筋運動」が 20 分以上。

ただし、18 例については、機械的に分類することが困難であった（短時間での激しい運動の実施や、分類する時間が微妙なものなど）。これらについては、問診内容をもとに適切であると考えられるタイプに分類した。

(4) 統計解析

得られたデータから、身体活動量の妥当性を検討し、体格や問診による日常生活内容との関連をみるために重回帰分析を行った。従属変数には有酸素能力の指標である $\dot{V}O_2\max$ を、独立変数には身体活動量、食事、体格、運動歴、喫煙歴を用いた。また、分類した 6 つの日常生活タイプ別に、各変量について、一元配置分散分析および多重比較により比較検討した。血液項目については、正規分布に従わないため、対数変換し、解析を行い、結果には幾何平均値と標準偏差を表記した。統計処理には SPSS10.0.5J を用いた。有意水準は 0.05 とし、これ未満を有意差ありとした。

結 果

(1) 対象者について

表 1 には、対象者の身体的特性及び各測定結果の平均値 (MEAN) と標準偏差 (SD) を示した (血液項目は、対数変換後の平均値と標準偏差を逆対数に戻したもの)。

総メッツ値は、平均 42.7 (± 4.89) であり、最小値が 34.2、最大値が 60.95 であった。参考値として、1 日の睡眠を 8 時間、その他 16 時間を全て座位とした場合、1 日の総メッツ値は 32.16 であり、8 時間が睡眠、その他 16 時間を負荷のかかる日常作業 (掃除、布団干しなど) とした場合には、60.96 という値になる。

摂取カロリーは、平均 2216 kcal (± 351.9) であった。

体格は年齢に相応した値 (21) を示しており、20 歳からの体重の変化は、15.7 年の間に平均 7 kg (± 7.67) 増加していた。

健診成績における各平均値は、いずれも基準範囲内であった。

Table 1 Subject characteristics (n=288)

Parameters	Mean $\pm$ SD
Age (years)	45.7 $\pm$ 8.13
Height (cm)	168.2 $\pm$ 5.85
Weight (kg)	67.5 $\pm$ 10.13
$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	33.8 $\pm$ 4.66
(l/min)	2.25 $\pm$ 0.27
Total MET (/day)	42.7 $\pm$ 4.89
Energy expenditure (Kcal)	2875 $\pm$ 510.3
Energy intake (Kcal)	2216 $\pm$ 351.9
Body mass index (kg/m ²)	23.8 $\pm$ 3.19
Waist-hip ratio	0.88 $\pm$ 0.05
% body fat (%)	18.2 $\pm$ 5.36
W 20 (kg)	+7.0 $\pm$ 7.67
Systolic blood pressure (mmHg)	122.5 $\pm$ 16.33
Diastolic blood pressure (mmHg)	75.2 $\pm$ 11.02
Total-cholesterol (mg/dl)*	201.0 (1.12)
HDL-cholesterol (mg/dl)*	46.3 (1.31)
Fasting blood sugar (mg/dl)*	94.6 (1.17)
GPT(IU/l)*	24.6 (1.65)
Triglyceride (mg/dl)*	124.8 (1.66)

*Geometric mean (SD)

W 20=Increase in weight from 20 years old

GPT=Glutamic pyruvic transaminase

(2) 身体活動量と有酸素能力、および体格の関連

有酸素能力を保持、増進することの重要性は、その低下が様々な生活習慣病のリスクファクターになることからよく知られており、保健指導において一般化されている (3)。また、有酸素能力は何らかの方法で身体活動量を推定した場合、その妥当性を確認するための信頼できる指標としても用いられている (22)。そこで、 $\dot{V}O_2\max$ を従属変数に、独立変数には、総メッツ値による身体活動量、栄養摂取量、体格、および運動・喫煙歴をとり、重回帰分析を行った (表 2)。独立変数のうち、体格に関わる変数においては、BMI と %fat、WHR との相関係数がそれぞれ 0.78、0.58 であったことから、共線性を避けるために BMI を除外した (%fat と WHR では $r=0.51$)。さらに体重は、 $\dot{V}O_2\max$ が体重 kg 当たりの値であることから除外した。これより、用いた独立変数は年齢、総メッツ値、摂取カロリー、%fat、WHR、20 歳からの体重の変化、運動歴 (未実施、過去 5 年以前に実施、5 年以内に実施のダミー変数)、喫煙歴 (非喫煙、過去に喫煙、現在喫煙のダミー変数) であった。

その結果、 $\dot{V}O_2\max$ と日常生活全体の活動度を示す総メッツ値には有意な正の偏回帰係数が認められた。また、体格的には %fat と WHR、問診内容では 20 歳から現在までの体重の増加量と、運動を休止してから 5 年以上経つことの 4 者が、 $\dot{V}O_2\max$ と有意な負の偏回帰係数を示した。年齢、摂取カロリー、喫煙は有意性を認めなかった。

(3) 日常生活のタイプ分類

表 3 には、日常生活のタイプ分類と各平均時間を示す。タイプは、A から D まだが座位中心の生活を行ってい

Table 2 Multiple regression analysis: variables associated with $\dot{V}O_2\text{max}$ (n=288)

Independent variables	$\beta \pm \text{SE}$	St β	p-value
Age	-0.036 $\pm$ 0.02	-0.062	0.149
Total MET	0.202 $\pm$ 0.04	0.212	<0.001
Energy intake	0.001 $\pm$ 0.001	0.040	0.330
% body fat	-0.258 $\pm$ 0.05	-0.297	<0.001
Waist-hip ratio	-25.345 $\pm$ 4.77	-0.276	<0.001
W 20	-0.096 $\pm$ 0.03	-0.159	0.003
E before 5	-1.188 $\pm$ 0.54	-0.104	0.028
E within 5	0.101 $\pm$ 0.45	0.011	0.823
Past smoker	-0.299 $\pm$ 0.60	-0.022	0.616
Current smoker	0.445 $\pm$ 0.42	0.048	0.286
Intercept	+53.364 $\pm$ 4.632	R ² =0.537	p<0.001

W 20=Increase in weight from 20 years old
E before 5=Habitual exercise before 5 years ago
E within 5=Habitual exercise within 5 years
 β =Partial regression coefficient
St β =Standardized partial regression coefficient

る群、E と F は活動的な時間が多く含まれている群とした。各タイプの特徴として、A 群は「安静・立つ」（睡眠・座位）が平均 20.9 時間、B 群は座位中心でありながら「歩く」（立ったり座ったり・立位移動）が 4.1 時間、C 群は「速歩」（作業・軽運動）が 1.9 時間、さらに D 群は「筋運動」（重労働・中高強度の運動）が 1.1 時間であった。また、活動中心の E 群は「安静・立つ」が 15.6 時間でありながら「歩く」が 6.4 時間、さらに F 群では「筋運動」が 1.5 時間確保されていた。

(4) 日常生活タイプの違いによるデータの比較

表 4 には、タイプ別の比較結果を示す。一元配置分散分析 (ANOVA) では、年齢、摂取カロリーを除く項目でタイプによる有意な違いが認められた。健診成績では、血圧に有意な違いが認められた。血液生化学の項目で有意差が認められたものは GPT と中性脂肪であった。

その後の多重比較 (Tukey) では、総メッツ値は、座位中心であって活動内容が異なる B 群と C 群との間で、また座位中心で運動を行っている D 群と活動中心ではあるが運動を行っていない E 群との間に違いが認められなかったが、その他の群では有意差を認めた。 $\dot{V}O_2\text{max}$

においては、活動的で運動も実施している F 群が、他群よりも有意な高値を示した。座位中心の A 群は、運動を実施している D 群や F 群だけではなく、活動中心の生活である E 群に対しても有意な低値を示した。

体格 (BMI, %fat, WHR) では、活発な日常であること、さらに運動を行うことが値の違いとして示された。WHR においては、F 群が他群よりも有意な低値を示し、B 群と E 群に有意な違いが認められた。健診成績においては、運動の影響が、SBP (F 群と A 群)、DBP (F 群と A 群、B 群、E 群)、血液検査では GPT (D 群、F 群と A 群)、中性脂肪 (D 群、F 群と A 群、および F 群と E 群) に認められたが、その他のものでは明確な違いとしては示されなかった。

考 察

本研究では、メッツ値により分類した活動を、日記形式で 10 分ごとに 3 日間自己記入し、1 間分に換算後、1 日当たりの総メッツ値として評価した。この活動記録は、座位中心の仕事であっても、積極的な活動を意識している場合には、立位や移動であると判定することが可能で

Table 3 Classification of the subjects and the mean hours spent for each activity

Major types of activity recorded	Sleeping Lying	Sitting/Standing Moving around	Modelate work Light exercise	Heavy work Moderate/Vigorous exercise	n
Japanese nutrition survey classification	Resting* Standing quietly	Walking*	Brisk walking*	Exercise*	
A: Sedentary	20.9	2.4	0.7	0.04	36
B: Sedentary+Walking	18.9	4.1	0.9	0.1	58
C: Sedentary+Brisk walking	18.6	3.4	1.9	0.1	32
D: Sedentary+Exercise	18.5	3.3	1.2	1.1	35
E: Active	15.6	6.4	1.9	0.1	69
F: Active+Exercise	15.6	4.9	2.0	1.5	58

*hours

Table 4 Comaparison of the subjects according to the type of physical activity (n=288) mean $\pm$ SD

	A: Sedentary (n=36)	B: Sedentary +Walking (n=58)	C: Sedentary +Brisk walking (n=32)	D: Sedentary +Exercise (n=35)	E: Active (n=69)	F: Active +Exercise (n=58)	ANOVA p-value	Tukey p<0.05
Age (years)	46.2 $\pm$ 7.43	46.4 $\pm$ 8.24	47.2 $\pm$ 8.15	46.0 $\pm$ 9.03	45.3 $\pm$ 8.37	43.9 $\pm$ 7.55	0.480	n.s.
Total MET (/day)	36.55 $\pm$ 1.24	39.22 $\pm$ 1.65	40.83 $\pm$ 1.37	43.69 $\pm$ 2.90	44.06 $\pm$ 2.43	48.77 $\pm$ 5.00	<0.001	A $\neq$ BCDEF B $\neq$ DEF C $\neq$ DEF DE $\neq$ F
$\dot{V}O_2$ max (ml/kg/min)	30.5 $\pm$ 3.28	31.6 $\pm$ 3.50	33.2 $\pm$ 4.14	34.6 $\pm$ 4.21	33.3 $\pm$ 4.00	38.4 $\pm$ 4.20	<0.001	A $\neq$ DEF B $\neq$ DF CDE $\neq$ F
Energy intake (Kcal)	2325.9 $\pm$ 401.1	2192.8 $\pm$ 290.0	2162.3 $\pm$ 384.7	2232.1 $\pm$ 434.1	2227.5 $\pm$ 327.1	2176.4 $\pm$ 329.1	0.371	n.s.
Body mass index (kg/m ²)	25.2 $\pm$ 2.31	24.4 $\pm$ 2.74	24.3 $\pm$ 2.32	24.3 $\pm$ 2.86	23.8 $\pm$ 4.24	22.0 $\pm$ 2.46	<0.001	ABCDE $\neq$ F
Waist-hip ratio	0.90 $\pm$ 0.04	0.91 $\pm$ 0.04	0.90 $\pm$ 0.04	0.88 $\pm$ 0.05	0.88 $\pm$ 0.05	0.85 $\pm$ 0.04	<0.001	A $\neq$ F B $\neq$ EF CDE $\neq$ F
% body fat (%)	19.9 $\pm$ 3.28	19.6 $\pm$ 5.22	18.3 $\pm$ 3.54	18.5 $\pm$ 4.72	18.2 $\pm$ 7.16	15.4 $\pm$ 4.24	<0.001	ABE $\neq$ F
SBP (mmHg)	129.2 $\pm$ 16.0	123.9 $\pm$ 18.0	123.6 $\pm$ 18.1	121.0 $\pm$ 13.6	123.3 $\pm$ 16.2	116.4 $\pm$ 13.7	0.009	A $\neq$ F
DBP (mmHg)	80.4 $\pm$ 11.3	76.4 $\pm$ 11.6	75.6 $\pm$ 10.6	73.8 $\pm$ 10.0	76.6 $\pm$ 10.3	69.7 $\pm$ 9.85	<0.001	ABE $\neq$ F
Total-cholesterol (mg/dl)*	211.4 (1.20)	204.4 (1.18)	200.7 (1.18)	199.8 (1.17)	201.5 (1.20)	191.5 (1.17)	0.127	n.s.
HDL-cholesterol (mg/dl)*	45.0 (1.36)	45.0 (1.32)	45.1 (1.29)	48.6 (1.25)	44.9 (1.30)	49.1 (1.33)	0.332	n.s.
FBS (mg/dl)*	96.2 (1.16)	96.4 (1.20)	92.4 (1.10)	93.4 (1.16)	96.4 (1.17)	91.5 (1.20)	0.349	n.s.
GPT (IU/l)*	30.3 (1.69)	25.5 (1.79)	27.0 (1.51)	21.9 (1.42)	23.7 (1.61)	21.4 (1.73)	0.013	A $\neq$ DF
Triglyceride (mg/dl)*	150.4 (1.62)	131.3 (1.66)	127.4 (1.65)	104.3 (1.55)	134.3 (1.66)	101.9 (1.75)	<0.001	A $\neq$ DF E $\neq$ F

*Geometric mean (SD)
SBP=Systolic blood pressure
DBP=Diastolic blood pressure
FBS=Fasting blood sugar
GPT=Glutamic pyruvic transaminase

あり、個別の生活習慣や身体活動の違いを具体的に表現できると考えられた。メッツに活動時間と体重を乗じ、得られた値を消費カロリーとして評価する方法も多数用いられている (23)。しかし、この方法は実際の代謝量よりも体重を反映しやすく (18)、また、本研究の目的がエネルギー消費量の把握ではなかったことから、分析には 1 日当たりの総メッツ値をそのまま使用した。

重回帰分析において、総メッツ値は $\dot{V}O_2$ max との関連で有意な正の偏回帰係数を示した。メッツは、定期的な運動の実施も含め、日常生活の活動強度を示す指標 (18) である。身体活動についての質問紙から $\dot{V}O_2$ max を推定、評価する方法も検討されており (24)、本研究でも有意な関連を示した。客観的な運動負荷試験の結果である $\dot{V}O_2$ max と、対象者の自主記載に依存している総メッツ値に強い関連が認められたことは、今回測定した総メッツ値による身体活動量の評価の妥当性を示すものであり、両者の保健指導の場面における活用の可能性が示された。さらに活動記録や質問紙の再現性と妥当性については、これまでに多数検証されている (25-29)。メッツを基本にした質問紙の再現性については、1 年後の追試により $r=0.59$ の相関関係が認められている (25)。また、日記形式の活動記録を用いて 1 年に回比較し、季節変動を確認したものでは、5 ヶ月後が $r=0.76$ 、11 ヶ月後では $r=0.70$ の相関関係を認めている (27)。妥当性についても、日本人において、メッツによる 24 時間活動記録と、酸素摂取量によるエネルギー消費量とに有意な正の相関 $r=0.64$ をみたもの (28) や、質問紙と歩数計形式で計測し

た消費カロリーとの比較によって、 $r=0.68$ の有意な関連を認めている (29)。本研究の対象者は、職種が事務職や教職員が多数であったためか非常に協力的であり、10 分ごとの記録から得られた身体活動の情報は、特に測定日や季節による変動は小さく、さらに、記入内容を本人との問診により確認したため、日常的な活動の状態を正確に示していると考えられた。

$\dot{V}O_2$ max は、総メッツ値、%Fat, WHR, 20 歳からの体重増加量、5 年以内の運動経験との間に有意な関連が認められた。これまで、 $\dot{V}O_2$ max は、身体活動 (7 段階から 10 階の等級)、年齢、BMI などから推定の可能性が検討され、真値に近い値が得られている (30, 31)。今回の結果もこれらを支持するものであった。しかし加齢に伴う $\dot{V}O_2$ max の変化は、単相関では $r=-0.12$ ($p=0.047$) と有意な負の相関関係を認めたものの、重回帰分析では有意な関連を認めなかった。競技的な運動を継続的に実施している場合、 $\dot{V}O_2$ max は、加齢に伴う最大心拍数や筋力の低下により減少するとされる (32)。一方で、有酸素能力は、筋力や敏捷性といった他の体力要素に比し、年齢よりも、運動実施の影響を受けやすい (33)。このことから、加齢の程度や身体活動水準の評価も必要であり、本研究では年齢のばらつきが大きくなかったこと (± 8.13) から、有意性が認められなかったと考えられる。

体格の指標である %fat, WHR, 20 歳からの体重増加量は、 $\dot{V}O_2$ max との間に有意な負の関連を認めた。 $\dot{V}O_2$ max と %fat には負の相関関係が多数報告されており (4, 22)、体全体の脂肪や、WHR に見られる腹部脂肪の増加を防

ぐことが、有酸素能力の向上には重要であると考えられた。また、20 歳からの体重増加量の関連から、有酸素能力を保持、増進していく過程では、成人後の体重増加を防止することが有効であると示唆された。

運動経験については、最近 5 年以内の運動経験と $\dot{V}O_2\text{max}$ の関連が認められず、5 年以前の運動経験は有意な負の係数を示した。なお、結果には示していないが、独立変数から総メッツ値を除いた場合でも、最近 5 年以内の運動経験と $\dot{V}O_2\text{max}$ との間には有意な関連は認められなかった。測定時の詳細な問診では、対象者の運動経験の多くが、余暇におけるレクリエーション的なものや、低強度、低頻度のものであった。余暇の運動は「まれ」や「ときどき」ではなく、「頻繁」に実施することが体力に影響を及ぼすという報告 (34) から、本研究では、運動経験が有酸素能力の向上に関連しなかったと考えられる。

低い有酸素能力や身体活動量、肥満は、全死因死亡 (35)、心血管疾患 (8, 22, 36) のリスクファクターである。しかし、余暇活動のみについてメッツを評価し、有酸素能力と比較した研究では、有意な関連が認められない (37)。また、近年、我が国の男性における運動習慣者数も増加の傾向にはない (21)。これらのことから、保健指導においては、身体活動を日常生活全体で捉え、かつ自己の生活を実感しやすい形で認識させることが重要であると考えられた。

得られた活動記録をもとにした日常生活のタイプ分類では、身体活動については、座位中心の生活である A 群、活動中心である E 群、この 2 群に運動を付加した D 群、F 群の 4 群において、総メッツ値は A、D、E、F の順で高値を示した。D 群と E 群には有意な違いは認められなかった。このタイプ分類から、座位中心の生活を強いられる環境において 1 日に合計時間程度の運動を行うことと、意識的な運動は行わないが活動的に動く時間が 6 時間を越える環境での生活が、ほぼ同等の活動量であることが、総メッツ値として客観的に示された。

$\dot{V}O_2\text{max}$ については、A 群、B 群、F 群においては重回帰分析と同様、身体活動量との有意な関連を認めた。特に運動や労作業の時間を 1 日に 1 時間以上確保し、総メッツ値も 48.77 の最高値を示した F 群は、他群よりも有意な高値を示した。しかし、タイプ別の指標として C～E 群に着目すると、やや異なる傾向が認められた。作業的な活動や軽めの運動を 1 日に 2 時間程度実施している C 群は、D 群や E 群に比べ総メッツ値では有意に低い値を示すにも関わらず、 $\dot{V}O_2\text{max}$ に差は認められなかった。さらに有意ではないものの、A・B 群よりも高い有酸素能力を示した。不活動な生活では、筋力や筋持久力の低下、筋組織量の減少、酸素運搬量の減少、酸素利用度の低下が起り、 $\dot{V}O_2\text{max}$ の減少がもたらされる。しかし、立ったり座ったりすることが筋力トレーニングとなり、これらの低下を予防する (38) ことから、C 群、D 群のように、座位中心の生活であっても、「速歩」に値する

活動を 2 時間程度、さらには 1 時間程度の「筋運動」と、1 日の活動時間を 10 分単位の合計であっても多く持つことが、有酸素能力に有効であると考えられた。

体格の指標は、いずれも F 群が明らかな低値を示していた。これは、身体トレーニングや身体活動量の増加が脂肪の増加を防ぐ (22, 39) ことや、運動は体重を減少させるとともに体脂肪分布を変化させる (40) ことによるものであろう。A～E 群についても、WHR において E 群が B 群に比し有意な低値を示し、その他の群では有意差は認められなかったものの、%fat、BMI においては、C 群や E 群が A 群や B 群よりも小さな平均値を示す傾向であった。今回、体格に顕著な違いを示したタイプは F 群のみであったが、日本人男性において、座位中心の職種と活動的な職種で WHR に有意な違いを認めている (41) ことから、活動の違いは WHR にとって重要であると考えられる。さらに、 $\dot{V}O_2\text{max}$ や皮下脂肪厚に対する運動効果は、ウォーキングを 1 日に 30 分連続して 1 回行っても、10 分ずつ 3 回に分けて行っても、有意な違いは認められず (42)、低強度の身体活動であっても体脂肪分布は改善することが報告されている (43)。よって、立位移動や日常作業などの低強度であっても、活動的な時間を合計時間として多く持ち、さらに連続した運動を行うことが、有酸素能力や体格に良い影響を及ぼしていくと考えられた。

健診成績については、運動時間を持ち、最も活動量の多い F 群が血圧において有意な低値を示し、座位生活中心の A 群は SBP、DBP 共に最も高い平均値を示した。A 群は「安静・座位」の時間が 1 日に約 21 時間であり、活動的な時間はほとんどみられなかった。身体活動が週 2000 kcal 未満の生活 (44) や、通勤時の歩行時間が短くなるにつれて (15)、高血圧のリスクが増加するという報告からも、活動的な合計時間や、さらに運動の重要性が示唆された。

血液データでは、D 群、F 群と A 群において、GPT と中性脂肪に有意な違いが認められたが、その他の項目では有意な違いは認められなかった。これも活動量と運動の効果であると考えられるが、A 群の中性脂肪の平均値は基準範囲を超え (45)、総コレステロールも高値を示している。高い中性脂肪値は、心筋梗塞のリスクを高め、さらに総コレステロールも独立した危険因子になるという報告 (46) や、低い有酸素能力は血清脂質や血糖値とも関連し、心血管疾患のリスクを上げる (14, 47) ことから、A 群は心血管疾患の高リスク群である可能性も考えられた。また、A 群は有意ではないものの、摂取カロリーが平均値において他群よりも高値を示していることから、食事を含めた生活習慣の改善が必要であると考えられた。

今回は空腹時血糖値や HDL コレステロール値に群間で有意な違いは認められなかったが、大規模調査では、糖尿病 (48) や冠動脈疾患 (49) について、運動の効果的な影響が報告されている。男性の HDL コレステロールに

については、適切な値の獲得に必要な運動強度の閾値は 5-6 メッツとされている (50) が、今回は何れの群の平均値も基準範囲内であり、改善が必要な対象ではなかった。血液値は体力に関係なく増減し、特に冠疾患リスクが高い群に運動の効果が現れやすいという報告 (51) から、これらの値の改善を目的とした指導を行う際には、対象者の活動状況を把握し、状況に応じた指導が必要になると考えられる。

本研究は横断調査であるため、各変量の因果関係を示すことはできなかった。また、対象者の多くが教職や事務職であったが、現代の中年男性の日常の身体活動の少ないものから大きいものまでカバーしていると考えられる。表 4 のデータについては、年齢や摂取カロリーに差が認められなかったこと、体格の指標は身体活動量や有酸素能力と、血圧や血液データとの中間的な因子であると考えられること、また、結果には示さなかったが、喫煙率 (平均 45.3%) や連日飲酒率 (平均 49.6%) に群間の差は認められなかったことから、調整は行わなかった。よって、今回のタイプ分類だけが、各検査値に影響を及ぼすとは言い切れない。しかし、安静な時間が平均 20 時間を超える不活動な A 群、安静な時間が短く活動的な時間が平均 8 時間を超える E 群、運動を 1 時間以上実施している D 群や F 群といった、活動時間に基づく生活の違いによるデータの違いは明瞭である。従来から、定量的な消費エネルギー量や余暇活動の頻度による研究 (39, 52, 53, 54) において活動的な生活の重要性が示され、日常生活を不活動から活動的に改善した場合、心血管疾患のリスクが低下し (8, 55)、さらに高強度の活動は長寿 (53) につながると報告されている。しかし、特に勤労者に対する保健指導では、日常の活動状況を大きく変容させることは経験則からいっても困難な場合が多い。また、座位中心の生活を送っている者では、適度な活動を行っている者よりも自らの身体活動を過大評価する傾向にあるという報告 (56) から、対象者の個別性を重視した保健指導が重要である。メッツ測定による自己の身体活動状況の把握が、望ましい保健行動の実現にプラスに作用することが期待される。

本研究では 10 分単位で活動を把握したが、身体活動推進の保健指導では、低い行動目標でも、実行できそうな目標を本人に設定させる指導が行動変容を起こしやすいとされている (57)。よって、10 分単位の積み重ねであっても、A 群の人は「歩く」時間を 2 時間増やし B 群に、B 群は「速歩」時間を 1 時間増やし C 群に、と日常生活における活動量を徐々に増やすことが、活動的な生活と同様に重要であることが保健指導の現場で強調されるべきであろう。さらに、運動習慣を獲得することは、有酸素能力や体格、そして血圧や血液データの改善にも有効であると考えられた。

結 論

本研究では、人間ドックを受診した男性 288 名 (平均 45.7±8.13 歳) を対象に、身体活動と有酸素能力、健診成績の関連を検討した。身体活動は 24 時間活動記録によりメッツを用いて測定した。同時に食事調査も行い、摂取カロリーを算出した。有酸素能力は $\dot{V}O_2\max$ 、体格は BMI, WHR, %fat, 20 歳時の体重、健診成績としては血圧と血液生化学のデータを用いた。

まず、身体活動量の妥当性を確認し、有酸素能力に関連する要因を分析するために重回帰分析を行った。その結果、 $\dot{V}O_2\max$ と総メッツ値には有意な関連が認められ、その他の主な関連要因としては、%fat, WHR, 20 歳時からの体重の増加量が挙げられた。総メッツ値が有意な関連を示したこと、余暇時の身体活動のみではなく、日常生活全体で身体活動を捉えることが重要であろう。また、体格の関連から、体脂肪や、WHR に見られる腹部脂肪の増加防止、さらに 20 歳以後の体重増加の防止が、有酸素能力の保持、増進に重要であると考えられた。

次に、身体活動を具体的に把握するために、対象者を A 群 (座位中心)、B 群 (座位+歩く)、C 群 (座位+速歩)、D 群 (座位+運動)、E 群 (活動中心)、F 群 (活動+運動) の 6 群にタイプ分類し、各変量について一元配置分散分析および多重比較を行った。その結果、総メッツ値では A, D, E, F の順で高値になり、D 群と E 群には総メッツ値も $\dot{V}O_2\max$ も有意な違いは認められず、両群とも A 群に比べ有意な高値を示した。したがって、有酸素能力は運動の効果だけでなく、生活が座位中心であるか、活動的であるかによる違いも認められた。また、座位中心の生活では、1 日に合計 1 時間程度の活動的な時間を持つことが重要であると考えられた。体格については、何れの変量も F 群が低値を示した。また、血圧は F 群が有意な低値を、A 群が最も高い平均値を示し、活動的な生活の効果が認められた。血液では、D 群、F 群と A 群において、中性脂肪に有意な違いが認められた。また、A 群の摂取カロリーが最も高い値を示したことから、E 群や F 群における活動や運動の効果だけではなく、A 群に対する食事を含めた生活習慣改善の必要性が考えられた。本研究で観察されたタイプによるデータの違いは、日常生活における活動量の増加、運動習慣の獲得、さらには生活習慣病予防を目的とした保健指導を行う上で有効な指標となるであろう。

謝 辞

稿を終えるにあたり、教室主任の長崎大学医学部衛生学教室の齋藤寛教授、終始直接的なご指導を頂きました有澤孝吉助教授、適切なお助言を頂きました高橋達也講師 (現山形大学医学部公衆衛生学講座助教授)、教室スタッフの皆様、および多大なご協力を頂きました医療法人佐世保同仁会の友廣嘉久前理事長 (故人)、佐世保同仁

会病院の坂田慎吾院長, 職員の皆様に深く感謝申し上げます。

なお, 本研究の一部は第70回, 第71回日本衛生学会総会にて発表した。

参考文献

- (1) 森本兼義. ライフスタイルと健康. 日衛誌 2000; 54: 573-591.
- (2) American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 265-274.
- (3) 健康づくりのための運動所要量検討会. 健康づくりのための運動所要量策定検討会報告書. 厚生省, 第六次改訂日本人の栄養所要量. 東京: 第一出版株式会社, 1999: 193-197.
- (4) NIH Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical activity and cardiovascular health. *JAMA* 1996; 276: 241-246.
- (5) 厚生省, 第六次改訂日本人の栄養所要量. 東京: 第一出版株式会社, 1999.
- (6) 健康日本21企画検討会, 健康日本21計画策定検討会. 健康日本21計画策定検討会報告書—21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21)について. (財)健康・体力づくり事業財団, 東京, 2000.
- (7) Raymond DS, Ades PH, Poehlman ET. Physical activity, protein intake, and appendicular skeletal muscle mass in older men. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 91-96.
- (8) Wannamethee G, Shaper AG, Walker M. Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. *Lancet* 1998; 351: 1603-1608.
- (9) Okada K, Hayashi T, Tsumura K, Suematsu C, Endo G, Fujii S. Leisure-time physical activity at weekends and the risk of Type 2 diabetes mellitus in Japanese men. The Osaka Health Survey. *Diabet Med* 2000; 17: 53-58.
- (10) Haapanen-Niemi N, Miilunpalo S, Pasanen M, Vuori I, Oja P, Malmberg J. Body mass index, physical inactivity and low level of physical fitness as determinants of all-cause and cardiovascular disease mortality-16 y follow-up of middle-age and elderly men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 1465-1474.
- (11) Mulligan K, Butterfield GE. Discrepancies between energy intake and expenditure in physically active women. *Br J Nutr* 1990; 64: 23-36.
- (12) Sakkis JF, Haskell WL, Wood PD, Fortmann SP, Rogers T, Blair SN, Paffenbarger RS. Physical activity assessment methodology in the five-city project. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 91-106.
- (13) Suleiman S, Nelson M. Validation in London of a physical activity questionnaire for use in a study of postmenopausal osteopaenia. *J Epidemiol Community Health* 1997; 51: 365-372.
- (14) Takamiya T, Shimomitsu T, Odagiri Y, Ohya Y, Sakamoto Y, Katsumura T, Murase N, Naka M, Kajiyama J. The relationship between physical fitness and coronary risk factor profiles in Japanese Women. *Environ Health Prev Med* 2000; 5: 6-12.
- (15) Hayashi T, Tsumura K, Suematsu C, Okada K, Fujii S, Endo G. Walking to work and the risk for hypertension in men: the Osaka Health Survey. *Ann Intern Med* 1999; 131: 21-26.
- (16) Bouchard C, Tremblay A, Lablanc C, Lortie G, Savard R, Theriault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr* 1983; 37: 461-467.
- (17) 内藤義彦. わが国における男性勤労者の身体活動量と循環器検診成績の関連—身体活動量の把握方法の開発とその応用. 日本公衛誌 1994; 41: 706-719.
- (18) Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS. Compendium of physical activities: Classification of energy cost of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 71-80.
- (19) 香川 綾監修. 四訂食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 1996.
- (20) 長嶺晋吉. 皮下脂肪厚からの肥満の判定. 日本医師会雑誌 1974; 68: 919-924.
- (21) 健康・栄養情報研究会. 国民栄養の現状. 東京: 第一出版株式会社, 2001.
- (22) Blair SN, Brodney S. Effect of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality. Current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31 (Suppl): S646-S662.
- (23) Lamonte MJ, Ainsworth BE. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (Suppl): S370-S378.
- (24) 田中喜代次. 全身持久性体力の測定. 体育学研究 2000; 45: 679-694.
- (25) Wolf AM, Hunter DJ, Colditz GA, Manson JE, Stampfer MJ, Corsano KA, Rosner B, Kriska A, Willett WC. Reproducibility and validity of self-administered physical activity questionnaire. *Int J Epidemiol* 1994; 23: 991-999.
- (26) Kriska A M, Caspersen C J. Introduction to a collection of physical activity questionnaires. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29 (Suppl): S5-S9.
- (27) Pols MA, Peeters PH, Ocke MC, Bueno-de-Mesquita HB, Slimani N, Kemper HC, Collette HJ. Relative validity and repeatability of a new questionnaire on physical activity. *Prev Med* 1997; 26: 37-43.
- (28) 原田亜希子, 川久保清, 李 廷秀, 岩垂 信, 池田千恵子, 茂住和代, 南 伸子. 24時間活動記録, 加速時計による1日消費エネルギー量の妥当性—Flex HR法を用いた検討—. 体力科学 2001; 50: 229-236.
- (29) Suzuki I, Kawakami N, Shimizu H. Reliability and validity of a questionnaire for assessment of energy expenditure and physical activity in epidemiological studies. *J Epidemiol* 1998; 8: 152-159.
- (30) Heil DP, Freedson PS, Ahlquist LE, Price J, Rippe JM. Nonexercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 599-606.
- (31) George JD, Stone WJ, Burkett LE. Non-exercise $\dot{V}O_{2max}$

- estimation for physically active college students. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 415-423.
- (32) Health GW, Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO. A physiological comparison of young and older endurance athletes. *J Appl Physiol* 1981; 51: 634-640.
- (33) 小林寛道. 日本人のエアロビックパワー加齢による体力推移とトレーニングの影響. 東京: 杏林書院, 1982.
- (34) 久島公夫, 大瀧 慈, 福場良之, 高本 登, 畝 正二, 務中昌己. 勤労中年男性の日常の身体活動性が体力ならびに血清コレステロールプロファイルに及ぼす影響. *日本公衛誌* 1994; 41: 341-351.
- (35) 澤田 享, 武藤孝司. 日本人男性における有酸素能力と生命予後に関する縦断的研究. *日本公衛誌* 1999; 46: 113-121.
- (36) Eckel RH. Obesity and Heart Disease. A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association. *Circulation* 1997; 96: 3248-3250.
- (37) Tager IB, Hollenberg M, Satariano WA. Association between self-reported leisure-time physical activity and measures of cardiorespiratory fitness in an elderly population. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 921-931.
- (38) 鈴木洋児. 身体不活動と体力低下の生理学的因子. *体力科学* 2000; 49: 57-79.
- (39) Tremblay A, Despres JP, Leblanc C, Craig CL, Ferris B, Stephens T, Bouchard C. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 153-157.
- (40) 下方浩史. 体脂肪分布一腹部型肥満の基礎と臨床. 東京: 杏林書院, 1993: 97-101.
- (41) Ishizaki M, Yamada Y, Morikawa Y, Noborisaka Y, Ishida M, Miura K, Nakagawa H. The relationship between waist-to-hip ratio and occupational status and life-style factors among middle-aged male and female Japanese workers. *Occup Med* 1999; 49: 177-182.
- (42) Murphy MH, Hardman AE. Training effect of short and long bouts of walking in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 152-157.
- (43) Pescatello L S, Murphy D. Lower intensity physical activity is advantageous for fat distribution and blood glucose among viscerally obese older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 1408-1413.
- (44) Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RT, Jung DL. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol* 1983; 117: 245-257.
- (45) 日本動脈硬化学会高脂血症診療ガイドライン検討委員会. 動脈硬化 1997; 25 (1-2).
- (46) Stampfer MJ, Krauss RM, Ma J, Blanche PJ, Holl LG, Sacks FM, Hennekens DH. A prospective study of triglyceride level, low-density lipoprotein particle diameter, and risk of myocardial infarction. *JAMA* 1996; 276: 882-888.
- (47) Cooper KH, Pollock ML, Martin RP, White SR, Linnerud AC, Jackson A. Physical fitness level vs. selected coronary risk factors. *JAMA* 1991; 236: 166-169.
- (48) Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992; 268: 63-67.
- (49) Morris JN, Everitt MG, Pollard R, Chave SP, Semmence AM. Vigorous exercise in leisure-time. Protection against coronary heart disease. *Lancet* 1980; 8206: 1207-1210.
- (50) Kokkinos PF, Fernhall B. Physical activity and high density lipoprotein cholesterol levels: what is the relationship?. *Sports Med* 1999; 28: 307-314.
- (51) Yingsong L, Kawamura T, Anno T, Ichihara Y, Ohta T, Saito M, Fujioka Y, Kimura M, Okada T, Kuwayama Y, Wakai K, Ohno Y. A study on how a 6-month aerobic exercise program can modify coronary risk factors depending on their severity in middle-age sedentary women. *Environ Health Prev Med* 1999; 4: 117-121.
- (52) Folsom AR, Arnett DK, Hutchinson RG, Liao F, Clegg LX, Cooper LS. Physical activity and incidence of coronary heart disease in middle-age women and men. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 901-909.
- (53) Lee I-M, Paffenbarger RS. Associations of light, moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol* 2000; 151: 293-299.
- (54) Menson JE, Hu FD, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Speizer FE, Hennekens CH. A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1999; 341: 650-658.
- (55) Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL, Lee I-M, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993; 328: 538-545.
- (56) Duncan GE, Sydeman SJ, Perri MG, Limacher MC, Martin AD. Can sedentary adults accurately recall the intensity of their physical activity?. *Prev Med* 2001; 33: 18-26.
- (57) 岡浩一郎. 行動変容のトランスセオレティカル・モデルに基づく運動アドヒレンス研究の動向. *体育学研究* 2000; 45: 543-561.