

冠動脈性心疾患または高血圧症を有する中高年女性患者の 有酸素性能力の改善に必要な運動量

竹田正樹* 田中喜代次** 浅野勝己**

MINIMUM DURATION OF EXERCISE FOR IMPROVING AEROBIC CAPACITY IN MIDDLE-AGED AND ELDERLY FEMALE PATIENTS WITH CORONARY HEART DISEASE AND/OR HYPERTENSION

MASAKI TAKEDA, KIYOJI TANAKA and KATSUMI ASANO

Abstract

To determine the minimum duration of exercise for improving the aerobic capacity of patients with coronary heart disease (CHD), 23 female patients with CHD and/or hypertension, aged 52.8 ± 8.7 years, were studied. After pre-testing, all the patients were conditioned for 4 months in order to elicit improvements in their aerobic capacity and other health-related factors. Duration and contents of daily activities were recorded by each patient. After 4 months, oxygen uptake at lactate threshold ($\dot{V}O_{2LT}$) and $\dot{V}O_{2peak}$ were increased significantly from 12.9 ± 2.6 to 16.0 ± 3.4 ml/kg/min and from 18.5 ± 4.2 to 22.3 ± 5.6 ml/kg/min, respectively. Duration of exercise conditioning for the 4 months averaged 23.8 ± 12.2 min per day, ranging from 4.6 to 49.7 min. Correlational analyses were applied in order to determine the extent to which the improvement in aerobic capacity was associated with the individual mean duration of exercise conditioning. As a result, changes in $\dot{V}O_{2LT}$ and $\dot{V}O_{2peak}$ correlated significantly with the exercise duration (Pearson's $r=0.51$, Spearman's $\rho=0.47$ for $\dot{V}O_{2LT}$; Spearman's $\rho=0.58$ for $\dot{V}O_{2peak}$). Both $\dot{V}O_{2LT}$ and $\dot{V}O_{2peak}$ tended to improve markedly when daily exercise duration was 20 min or longer. Furthermore, it was shown that the improvement in aerobic capacity remained almost the same within a range of exercise duration of 20 to 60 min. We suggest that the minimum exercise duration for improving the aerobic capacity of cardiac patients is 20 to 30 min per day or 140 min or more per week.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1994, 43; 185~194)

key words : coronary heart disease, exercise, minimum exercise duration

I. 緒 言

運動療法の基本は、疾患の有無に関わらず安全で効果的な運動を提供することである。しかし、運動療法は両刃の剣と言われるように、運動の効果をあげるためには一定水準以上の運動量を確保する必要があるが、その一方で運動量が過剰になれば整形外科的問題や合併症を招く可能性も高ま

る^{21,24,37,44)}。従って、運動プログラムの作成にあたっては、整形外科的問題や合併症の発生といったリスクをできるかぎり最小限に食い止めるよう配慮しなければならない⁴⁴⁾。冠動脈性心疾患 (coronary heart disease : CHD) や高血圧症患者に対する運動療法も欧米諸国では古くから行われているが、同患者に対する適切な運動量については、経験的推定に頼らざるを得ないのが現状であ

*筑波大学体育科学研究科

〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1

**筑波大学体育科学系

〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1

Doctoral Program of Health and Sport Sciences, University of

Tsukuba, 1-1-1 Tennōdai, Tsukuba, Ibaraki 305

Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1

Tennōdai, Tsukuba, Ibaraki 305

る^{17,20)}.

CHD や 高血圧症患者にとっては呼吸循環系機能の向上が運動療法の第一義的な目的となることから, 処方される運動は有酸素性運動が中心となる. 運動トレーニング後に同患者の有酸素性能力が向上することは, これまでに報告された数多くの先行研究から明らかであろう^{13,35)}. 運動トレーニング後に見られる有酸素性能力の改善度は, 運動の強度, 時間, 頻度, 期間といった運動処方の要素に加えて, 運動の種類, 有酸素性能力の初期水準, 運動開始時の年齢, あるいは遺伝的要因などの影響を受けるとされている^{1,23,33,47)}. 一般には, 運動によってもたらされる身体諸機能の適応は, 運動強度と運動時間の積である運動量 (total energy expenditure) の結果として示されることが多い^{1,20,21,47)}. つまり, CHD や高血圧症患者においても有酸素性能力の改善度は運動量に比例して大きくなると考えられる. しかし, 同患者の有酸素性能力が顕著に改善する運動量の閾値水準があるのかどうか, あるとすればどれぐらいなのかはこれまで明らかにされていない. このような理由から, 先ずもって, 運動量と運動実践に伴う身体への応答を検討することは意義深い. そこで本研究では, CHD 患者を中心に, 運動に費やした時間と有酸素性能力の改善度との関係について検討することを目的とした.

II. 方 法

A. 研究対象

本研究の対象は, 狭心症, 心筋梗塞, 高血圧症のいずれかの疾患に罹患している女性通院患者 23名 (52.8±8.7, 39~71歳)である (Table 1). すべての患者は, 循環器専門医により, 病歴調査, 身体所見, 心電図, 酵素, 冠動脈造影などの検査を受け, それらの所見から 18名は CHD 患者, 5名は高血圧症と診断された. CHD 患者のうち狭心症患者は11名 (安定型労作狭心症 8名および安定型異型狭心症 3名), 安定型労作狭心症に高血圧症を合併している患者が 3名, 安定型異型狭心症に高血圧症を合併している患者が 2名, 陳旧性心筋梗塞患者が 1名, さらに陳旧性心筋梗塞に

Table 1. Physical and clinical characteristics of the study population (Female, n=23)

Physical characteristics		(Mean±SD)
Age (yr)		52.8±8.7
Stature (cm)		151.9±4.4
Body weight (kg)		56.8±9.7
Body fat (%)		32.4±8.6
Systolic blood pressure (mmHg)		145.5±19.9
Diastolic blood pressure (mmHg)		89.7±12.4
Clinical classification of patients		
AP	11	
AP, HYP	5	
MI	1	
MI, HYP	1	
HYP	5	

AP : Angina pectoris

MI : Myocardial infarction

HYP : Hypertension

高血圧症を合併している患者が 1名であった. CHD 患者の安静時に測定された心機能は NYHA および CCS の分類で 1~2 クラスに該当した. 高血圧症患者は, 米国合同委員会の高血圧の重症度分類⁴⁸⁾によると, 収縮期性高血圧, 中等症高血圧患者がそれぞれ 1名, 軽症高血圧患者が 3名で, 安静および運動負荷心電図所見で虚血性 ST 低下が認められ, 問診でも狭心症が疑われた. 服用薬物は, 狭心症治療薬としての硝酸薬, Ca 拮抗剤, それに抗不整脈剤などのいずれかまたは複数で, 研究期間中の投薬内容に変更はなかった. なお, 研究開始に先だてすべての患者から参加の承諾を得た.

B. 有酸素性能力の測定

乳酸性閾値 (lactate threshold : LT) に相当する酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2LT}$) およびピーク酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) は, Monark 社製の自転車エルゴメータを用いて, 0 Watt で 2 分間ウォーミングアップを行わせた後, 1 分毎に 15 Watts ずつ負荷強度を高める多段階漸増負荷法³⁹⁾により求めた. 運動負荷中の呼気ガス交換諸量は 株式会社産業製の代謝測定装置 (IS-6000) により分析した. 運動負荷中は心電図, 血圧, 感覚的運動強度 (RPE) などを連続測定し, データの収集とともに安全性の

確保に努めた。また LT を決定するために、1 分毎に肘正中皮静脈より血液を採取し、YSI 社製の乳酸分析器 (Model 23 L) により乳酸濃度を測定した。LT の決定は log-log transformation 法³⁾により行った。

運動負荷試験における運動の中止基準は、本人が疲労困憊に達したとの判断で中止を望んだ場合のほか、重篤な心電図異常、血圧の急激な低下または上昇、顔面蒼白など医師の判断で運動の継続が危険とされる症状の出現とした。従って、最大

酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) が得られたと判定できる例もあったが、本研究では、観察した酸素摂取量の最大値を以下 $\dot{V}O_{2peak}$ と表現することにした。

C. 運動療法内容

本研究で指導した運動^{38,40)}は院内監視型運動 (Table 2) と自己統制的運動 (Table 3) から成り立っている。院内監視型運動では、運動負荷試験から求めた各患者の LT 水準^{38~41)}を平均的な運動強度とし、同水準に相当する心拍数 (HR_{LT})、絶対的負荷量 (WR_{LT}) および RPE (RPE_{LT}) を目

Table 2. Content of an in-hospital supervised physical conditioning program for CHD and/or hypertension⁴⁰⁾

Content	Duration	Frequency
1) Warm-up : calisthenics, stretching	10~20 min	2 d/wk
2) Leg cycling ^{*1*} within work rates from 30 Watts below lactate threshold (LT) to 30 watts above LT (on the average, at the work rate corresponding to LT), or Ground walking/jogging ^{*1} approximately at the level of LT	20~40 min	2 d/wk
3) Aerobic dancing with low impact ^{*2} , or Recreational activities	20~40 min	2 d/wk
4) Flexibility exercise or device free muscle exercise	10~20 min	2 d/wk
5) Cool-down : calisthenics, stretching	5~10 min	2 d/wk

*1) Perceived exertion (11~14 in Borg's 15-grade scale ranging from 6 to 20), work rate, breathing pattern and/or blood pressure were periodically monitored as a sensitive training indicators in all patients.

*2) Continuous heart rate or electrocardiographic monitoring was also carried out during conditioning on patients judged to be at increased cardiac risks.

Table 3. An example of unsupervised exercise conditioning program in a 60-year-old female patient^{*1}

Date	Content
3/19	Calisthenics and Stretching (27 min) ^{*2}
3/20	Brisk walking (20 min), Calisthenics and Stretching (27 min) ^{*2}
3/21	[Supervised exercise conditioning : see Table 2]
3/22	Calisthenics and Stretching (30 min) ^{*2} , Cycling (35 min)
3/23	Calisthenics and Stretching (25 min) ^{*2}
3/24	[Supervised exercise conditioning : see Table 2]
3/25	Cycling (15 min), Calisthenics (7 min) ^{*2}

*1) From 1990 training diary (average exercise frequency = 5 d/wk)

*2) Calisthenics and stretching were not counted into exercise duration.

安として運動させた。運動種目は、自転車駆動、速歩、ジョギング、球技などで、代表的な有酸素性運動を中心とした。また、軽い筋力運動なども含めた。ウォーミングアップやクーリングダウンは、徒手体操、ストレッチ、柔軟体操などから構成した。これらの運動を1回90~120分、2日/週の頻度で指導した。自己統制的運動では、原則として院内監視型運動で処方された運動種目を実施するよう、かつ、運動強度はLT水準を超えないよう指導した。運動時間および運動の頻度は各患者の自主性に任せた。運動期間は4ヶ月とした。

運動時間の算出には、院内監視型運動と自己統制的運動のすべての内容、時間、種目等を各個人に記録させ、そこに含まれる有酸素性運動の時間を算出した。運動時間には、ストレッチ運動や軽い静的な柔軟体操などの呼吸循環器系に十分な刺激を与えないと考えられる運動に費やした時間を含めないこととした。運動量を計算するうえで、このような方法を採択した理由は以下の通りである。従来より、体重の調節や職業上の身体活動量の算出にはエネルギー消費量 ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$) に基づく方法が用いられてきた²⁾。しかし、そのような方法を、予防医学あるいはリハビリテーションとしての運動に適用することは無意味であり、むしろ実際に運動に費やした時間を運動量の推定に用いるのが適当であるとの指摘がなされている²⁾。また、Caspersenら⁵⁾は、身体活動と運動を区別して捉え、睡眠、仕事上の活動、レジャーとしての活動(コンディショニング、スポーツ、家事、その他)など様々な身体活動の中で、運動として定義されうる可能性の高い身体活動は、コンディショニングとスポーツであると述べている。家事やその他の身体活動については個人差が少ないが、コンディショニングやスポーツは個人差が非常に大きいことから、運動量の算出はこれらの2つの身体活動を考慮することによって妥当性が高まるといえる。同じコンディショニングであっても、歩行とジョギングでは同一時間の運動に対するエネルギー消費量にかなりの相違が予想されるので、運動時間のみから捉えることには疑

間が残る。この点については、運動中に最小限の運動強度($45\%\dot{V}O_{2\max}$ または $60\%HR_{\max}$)^{4,11,12,22)} に達していれば、有酸素性能力の改善度は運動の量、すなわち、運動時間に最も左右されるという報告^{31~33)}に従うこととする。

食事・栄養については、摂取エネルギー量が消費エネルギー量を持続的に上回らないことを基本原則とし、脂質(特にコレステロール)と糖質の制限、蛋白質 $1\text{g}/\text{kg}$ 以上の摂取を心掛けるよう、また、牛乳・鶏肉・緑黄色野菜を十分摂取することにより、ビタミン・ミネラル・鉄などの不足を招かないよう定期的に指導した⁴¹⁾。

D. データ解析

4ヶ月間にわたる運動療法の前と後で測定した $\dot{V}O_{2LT}$ や $\dot{V}O_{2peak}$ の平均値と標準偏差を求め、平均値の差異の有意性を対応のあるt検定から検討した。各患者が実施した運動時間と $\dot{V}O_{2LT}$ や $\dot{V}O_{2peak}$ の変化量との相関関係は、Pearsonの積率相関係数(r)およびSpearmanの順位相関係数(ρ)から検討した。また、各患者の $\dot{V}O_{2LT}$ および $\dot{V}O_{2peak}$ の改善度とそれらの初期値、さらには運動開始時の年齢との相互関係についても検討した。統計的有意水準は5%に設定した。

III. 結 果

A. 有酸素性能力に及ぼす効果

骨格筋の代謝特性、すなわち骨格筋細胞内での有酸素性エネルギー代謝に関与する酵素活性などを反映する $\dot{V}O_{2LT}$ ¹⁴⁾ および心臓の一回拍出量をより強く反映する $\dot{V}O_{2peak}$ ¹⁴⁾ は、それぞれpreで 12.9 ± 2.7 , $18.5\pm 4.2\text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$, postでは 16.0 ± 3.4 , $22.3\pm 5.6\text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$ となり、preからpostにかけてそれぞれ約 $3.1\pm 2.3\text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$ (24.0%), $3.7\pm 4.4\text{ ml}/\text{kg}/\text{min}$ (20.0%)の有意な増加が認められた(Table 4)。

B. 一日あたりの平均運動時間

すべての身体活動の中で有酸素性運動に費やした総運動時間は572~5,467分となり、これを1日あたりの値に換算すると、最小値4.6 min/d, 最大値49.7 min/d, 平均 $23.8\pm 12.2\text{ min}/\text{d}$ に相当した(Table 4)。

Table 4. Results obtained before and after 4-month exercise conditioning

Variables	before	after	Δ
Body weight (kg)	56.8±9.7	55.8±8.9	-1.0±2.5
Body fat (%)	32.4±8.6	29.4±8.0	-3.0±3.6*
Fat weight (kg)	18.9±9.1	16.9±8.1	-2.0±2.6*
Fat free weight (kg)	37.8±4.3	38.9±3.9	1.1±1.8*
$\dot{V}O_{2LT}$ (ml/kg/min)	12.9±2.7	16.0±3.4	3.1±2.3*
$\dot{V}O_{2peak}$ (ml/kg/min)	18.5±4.2	22.3±5.6	3.7±4.4*
Exercise duration (min/d)		23.8±12.2	

*Significant at the 0.05 level

C. 運動時間と有酸素性能力の改善度との関係
 運動時間と $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度との間には有意な正の相関関係 (Pearson's $r=0.51$, Spearman's $\rho=0.47$) が認められ (Fig. 1), 特に運動時間が 20~30 min/d あたりになると $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度が顕著になることが認められた。しかし、運動時間

が 20 min/d 以上でさらに多くの時間を費やしても、 $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度がそれに応じて増加するという傾向は認められなかった。 $\dot{V}O_{2peak}$ の改善度と運動時間との関係は、Pearson の積率相関係数からみれば設定した有意水準 ($p<0.05$) に達しなかったが、Spearman の順位相関係数からみれば有意 ($r=0.58$) であった。 $\dot{V}O_{2peak}$ についても、その改善度は運動時間が 20 min/d 以上で大きくなる傾向にあった (Fig. 1)。 $\dot{V}O_{2LT}$ や $\dot{V}O_{2peak}$ の初期値または運動開始時の年齢は、それぞれの改善度に対して有意な相関関係を示さなかった。

IV. 考 察

本研究では、CHD や高血圧症患者に適切と考えられる LT 水準の有酸素性運動^{26,38)}を 4ヶ月間処方し、有酸素性能力の改善に必要な最小限の運動量がどれくらいであるかという問題点について検討することを目的としている。

A. 有酸素性能力に及ぼす効果

CHD および高血圧症患者に対する運動療法の効果として、最大下運動時および最大運動時の酸素摂取量が高まることはこれまでの多くの研究^{6, 13, 35)}によって明らかである。本研究においても、 $\dot{V}O_{2LT}$ は24%、 $\dot{V}O_{2peak}$ は20%の有意な増加を示した。CHD 患者の運動療法後に観察される有酸素性能力の向上は、その主たる要因が動静脈酸素較差の増大など、末梢循環の改善であるとする報告が多い^{6, 8, 10, 13, 29, 32, 45)}。その一方で、運動強度が高い場合には、心臓の一回拍出量や心筋収縮性の増大など大循環にも改善が認められるようであ

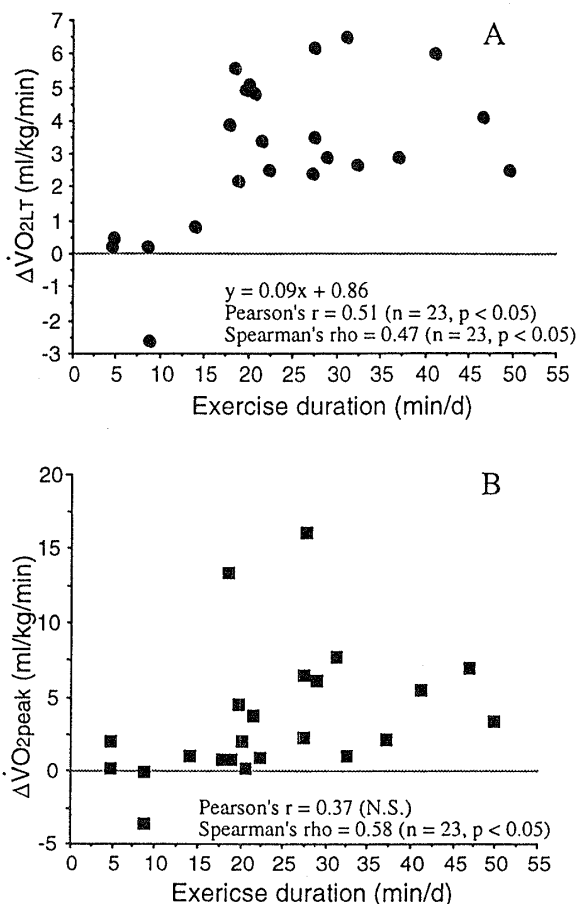


Fig. 1. Relationship between absolute change in $\dot{V}O_{2LT}$ (panel A) or $\dot{V}O_{2peak}$ (panel B) and exercise duration.

る^{6,15,25,29}). Verani ら⁴⁵) (1981) は16人の CHD 患者を対象とし, 3ヶ月間の運動療法後に $\dot{V}O_{2max}$ が 29.4から 33.8 ml/kg/min へと 15.0% ($p<0.05$) 増加したことを報告している. De Plaen と Detry⁷) は高血圧症患者の運動療法後に $\dot{V}O_{2max}$ が 31.8 から 35.9 ml/kg/min へと 12.9%増加したことを報告している. 本研究で観察した有酸素性能力の改善度はこれらの先行研究^{7,45}) とほぼ同等であった. すなわち, 本研究の患者においても運動療法後に骨格筋での酸素摂取能や心機能に改善がもたらされたものと考えられる.

B. 運動時間と有酸素性能力の改善度との関係

有酸素性能力の改善度は, スポーツマンであれ中高年者あるいは心疾患患者であれ, 有酸素性能力の初期水準, 運動強度と運動時間を総合した運動負荷量, あるいは運動開始時の年齢などに依存するとされている^{18,21,23,33,47}). 健康成人(20~40歳)の有酸素性能力に及ぼす運動の強度^{9,12,34,36}), 運動時間³⁶), 運動の頻度³⁰)の影響をグループ間で検討した研究では, 結果がまちまちである. 一方, Williams ら⁴⁶) は30~55歳の健康な座位生活者に対して1年間の監視型ランニングプログラムを提供し, 1週間に走った距離と有酸素性能力の改善度との間に有意な相関関係 (Spearman's $\rho=0.47$) が認められたことを報告している. 本研究の患者の場合, $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度と運動時間との関係を Pearson の積率相関係数から検討すれば, $r=0.51$ ($p<0.05$) となり, 有意な相関であることが認められた. しかし, 運動時間と $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度との関係は必ずしも直線的ではなかった. すなわち, $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度は運動時間が 15 min/d 未満の場合には小さく, 20 min/d 以上になると顕著になったが, 運動時間が 30~50 min/d の場合と 20 min/d あたりの場合とでは改善度に変化が見られなかった (Fig. 1). 一方, $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度と運動時間との関係は Spearman の順位相関係数で $\rho=0.47$ ($p<0.05$) が得られ, $\dot{V}O_{2peak}$ の改善度と運動時間との相関も有意であった ($\rho=0.58$, $p<0.05$). このような結果は, 研究対象や方法の類似性の点から Williams らの結果⁴⁶) を支持するものである. つまり, 有酸素性能力の改善度

と運動時間との間には, 直線関係ではない dose-response 関係が存在することを示唆している.

このような結果を踏まえ, 有酸素性能力を改善するのに必要な最小限の運動持続時間を求めるとすれば, 本研究からは 20~30 min/d が妥当といえる. Williams らの研究⁴⁶) では, 1日あたり約 1 km 以下のランニングまたはジョギング (5~10 min/d に相当) を実施しただけでも有酸素性能力が改善することを報告しているが, この点は本研究と一致しなかった. 本研究で算出した運動時間は4ヶ月間の総運動時間を1日あたりの値に換算したものであり, 運動時間の少ない人は監視型運動に参加するだけであって, 自己統制的運動はほとんど実施していないことが多い. このことは, 有酸素性運動が実質1時間近くにも及ぶ監視型運動に参加しても, その頻度が1ヶ月に2~3回ぐらいでは有酸素性能力の改善刺激としては不十分となる可能性が高いことを示している³⁰). 運動時間が長い人 (30~50 min/d) の $\dot{V}O_{2LT}$ の改善度は 20 min/d あたりの人と同等である結果を得たが, この点については, 運動時間の長い人では運動強度が低くなっていて, $\dot{V}O_{2LT}$ をさらに改善させるほどの十分な運動刺激とならなかった可能性が考えられる. 20~50 min/d の運動時間の中でどれぐらいが最適であるかについては, 運動強度が一定の場合は, 運動時間が長くなるにつれて整形外科的問題を引き起こす確率が高まる^{21,24,44}) ことから, われわれは有酸素性能力の改善を目的とする有疾患患者向けの運動量は 20~30 min/d が妥当であるとの考え方を提案したい.

運動量を運動時間で表した理由は先に述べたが, 本研究で得た有酸素性能力の改善に必要な運動量 (20 min/d 以上=140 min/wk 以上) が, ACSM¹⁾ によって暫定的に推奨されている CHD や高血圧症患者のための運動量 (運動開始後4ヶ月経過時点) とほぼ一致したことは興味深い知見といえる.

CHD 患者においても, 有酸素性能力の改善度は同能力の初期水準や運動開始時の年齢の影響を受けるとされている. Hammond ら¹⁶) は CHD 患者に対して 60~85% $\dot{V}O_{2max}$ 強度の有酸素性運動

を一回45分、週に3日、8週間処方し、58個の変教から $\dot{V}O_{2max}$ の変化量を予測できるかどうかについて検討した結果、 $\dot{V}O_{2max}$ の改善に関与する最も強い因子はその初期水準であったことを報告している。また、Kilbomら²³⁾は、21~61歳の女性に対して7週間にわたる運動を指導した結果、 $\dot{V}O_{2max}$ の改善度は若い人ほど大きかったことを報告している。しかし、本研究では、 $\dot{V}O_{2LT}$ および $\dot{V}O_{2peak}$ の改善度とそれぞれの初期値および運動開始時の年齢との間には有意な関係が認められなかった。この理由としては、本研究の場合、運動時間が短い人で5min/d、長い人で50min/dであり、平均値(23.8min/d)に対する標準偏差(12.4min/d)の大きさからして、個人差がかなり大きかったこと、および運動開始時の年齢も39~68歳と先行研究と比べて範囲が狭かったことなどが考えられる。

運動とCHDの2次予防に関する疫学的調査により、O'Connorら²⁷⁾は以下の結果を報告している。CHD患者に対する運動のみによるインターベンションプログラムあるいは運動にコレステロール軽減策や禁煙なども含めた包括的なインターベンションプログラムの効果を個々の研究で見た場合には、CHDによる死亡率が低下する傾向にあったが、これらの研究では母集団が不十分といった問題があることなどから必ずしも有意水準には達しなかった。そこで、22個の疫学的調査をすべて統合して統計処理したところ、運動を実施した群は運動を実施しなかった群と比較して心臓血管系による死亡率、致命的再梗塞の発生率、および突然死の発生率が有意に低く、全死亡率も約20%低下することを認めた。Oldridgeら²⁸⁾もほぼ同様の結果を報告している。

運動習慣の形成は、体力とくに有酸素性能力の向上をもたらす、虚血性閾値の増高や心臓の予備力の増大をもたらす¹³⁾。また、運動は冠危険因子状態の改善をもたらす、それらの相乗効果として、CHD死亡率が低下すると推察できる。運動実施に伴うCHD患者の有酸素性能力の向上は、自己管理能力や身体活動の量およびその種類の増大など、活動の許容範囲の拡大に導くことは明らかで

ある¹⁹⁾。さらに、退院後に運動に参加したCHD患者では、不安感や抑うつ感の軽減することも報告されている⁴²⁾。すなわち、運動習慣の形成および体力の改善がCHD患者へもたらす恩恵は、まさに健康度の向上といえよう。

V. 結 論

CHDおよび高血圧症患者を対象にしてLT水準を中心的運動強度とする有酸素性運動を4ヶ月間にわたって指導した結果、有酸素性能力を有意に改善させるには、中等度強度の運動に費やす時間を1日あたり20~30分(週あたり140分以上)に設定すればよいことが明らかとなった。ただし、この指針は運動療法における主眼を有酸素性能力の改善に置く場合のことであって、他の機能の改善を優先的に目指す場合はこの限りでない。今後、血圧や血清脂質の改善に最小限必要な運動量の検討を重要な課題としたい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多大なる御指導・御協力を頂いた東取手病院 檜山輝男院長、海野英哉循環器科医局長、杏林大学医学部 渡邊寛講師に深く感謝致します。また、指導者として御協力頂いた熊崎泰仁氏、金炫秀氏に心より御礼申し上げます。

(受付 平成5年9月6日)

引 用 文 献

- 1) American College of Sports Medicine. (1991): Principle of exercise prescription. In: Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 4th Ed., Chap. 5, Philadelphia, Lea and Febiger, 93-120.
- 2) American College of Sports Medicine. (1990): The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. Med. Sci. Sports Exerc., 22, 265-274.
- 3) Beaver, W. L., Wasserman, K. and Whipp, B. J. (1985): Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. J. Appl. Physiol., 59, 1936-1940.
- 4) Blumenthal, J. A., Rejeski, W. J., Walsh-Riddle,

- M., Emery, C. F., Miller, H., Roark, S., Ribisl, P. M., Morris, P. B., Brubaker, P. and Williams, R. S. (1988) : Comparison of high- and low-intensity exercise training early after acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.*, **61**, 26-30.
- 5) Caspersen, C. J., Powell, K. E. and Christenson, G. M. (1985) : Physical activity, exercise, and physical fitness : Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.*, **100**, 126-131.
 - 6) Clausen, J. P. (1976) : Circulatory adjustments to dynamic exercise and effect of physical training in normal subjects and in patients with coronary artery disease. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, **18**, 459-495.
 - 7) De Plaen, J. F. and Detry, J. M. (1980) : Hemodynamic effects of physical training in established arterial hypertension. *Acta Cardiol.*, **35**, 179-188.
 - 8) Detry, J. M. R., Rousseau, M., Vandenbruce, M., Kusumi, F., Brasseau, L. A. and Bruce, R. A. (1971) : Increased arteriovenous oxygen difference after physical training in coronary heart disease. *Circulation*, **44**, 109-118.
 - 9) Dunkan, J. J., Gordon, N. F. and Scott, C. B. (1991) : Women walking for health and fitness. How much is enough? *J. A. M. A.*, **266**, 3295-3299.
 - 10) Ferguson, R. J., Cote, P., Gauthier, P. and Bourassa, M. G. (1978) : Changes in exercise coronary sinus blood flow with training in patients with angina pectoris. *Circulation*, **58**, 41-47.
 - 11) Foster, V. L., Hume, G. J. E., Byrnes, W. C., Dickinson, A. L. and Chatfield, S. J. (1989) : Endurance training for elderly women : moderate vs low intensity. *J. Gerontol.*, **44**, M 184-188.
 - 12) Gaesser, G. A. and Rich, R. G. (1984) : Effects of high- and low-intensity exercise training on aerobic capacity and blood lipids. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **16**, 269-274.
 - 13) Greenberg, M. A., Arbeit, S. and Rubin, I. L. (1979) : The role of physical training in patients with coronary heart disease. *Am. Heart J.*, **97**, 527-534.
 - 14) Hagberg, J. M. (1984) : Physiological implications of the lactate threshold. *Int. J. Sports Med.*, (Suppl.) **5**, 106-109.
 - 15) Hagberg, J. M. (1991) : Physiological adaptations to prolonged high-intensity exercise training in patients with coronary heart disease. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **23**, 661-667.
 - 16) Hammond, H. K., Kelly, T. L., Froelicher, V. F. and Pewen, W. (1985) : Use of clinical data in predicting improvement in exercise capacity. *Am. J. Cardiol.*, **6**, 19-26.
 - 17) 原田政美, 山地啓司訳, Shephard, R. J. 著 (1983) : Ischaemic heart disease and exercise 虚血性心疾患と運動, 初版, 運動処方と虚血性心疾患. 医学書院, 東京, 187-210.
 - 18) Hartley, L. H., Grimby, G., Kilbom, A., Nilsson, N. J., Astrand, I., Bjure, J., Ekblom, B. and Saltin, B. (1969) : Physical training in sedentary middle-aged and older men. III. Cardiac output and gas exchange at submaximal and maximal exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **24**, 335-344.
 - 19) Haskell, W. L. (1988) : Elements and evaluation of physical activity in the prevention and management of ischemic heart disease. *J. Am. Coll. Cardiol.*, **12**, 1091-1095.
 - 20) Haskell, W. L. (1990) : Dose-response relationship between physical activity and disease risk factors. In : *Sport for All*, Oja P. and Telema R. eds., Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 125-133.
 - 21) Hellerstein, H. K. and Franklin, B. A. (1978) : Exercise testing and prescription. In : *Rehabilitation of the Coronary Patient*, Wenger, N. K. and Hellerstein, H. K. eds., Wiley Medical, New York, 1978. [道場信孝, 波多野義郎著 (1983) 心臓病と運動, 第1版, 運動療法の臨床. 朝倉書店, 東京, 155-225]
 - 22) Karbonen, M. J., Kentala, E. and Mustala, O. (1957) : The effects of training on heart rate. *Ann. Med. Exper. Fenn.*, **35**, 307-315.
 - 23) Kilbom, A. and Astrand, I. (1971) : Physical training with submaximal intensities in women. II. Effect on cardiac output. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **28**, 163-175.
 - 24) Koplman, J. P., Siscovick, D. S. and Goldbaum, G. M. (1985) : The risks of exercise : a public health view of injuries and hazards. *Public Health Rep.*,

- 100, 189-195.
- 25) May, G. A. and Nagle, F. J. (1984) : Changes in rate-pressure product with physical training of individuals with coronary artery disease. *Phys. Ther.*, **64**, 1361-1366.
- 26) 中村真人(1992) : AT を基準とした軽症本態性高血圧症患者の運動療法, *日本臨床生理学雑誌*, **22**, 333-343.
- 27) O' Connor, G. T., Buriang, J. U., Yusuf, S., Goldhaber, S. Z., Olmstead, E. M., Paffenbarger, Jr., R. S. and Hennekens, C. H. (1989) : An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, **80**, 234-244.
- 28) Oldridge, N. B., Guyatt, G. H., Fischer, M. E. and Rimm, A. A. (1988) : Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *J. A. M. A.*, **260**, 942-940.
- 29) Paterson, D. H., Shephard, R. J., Cunningham, D., Jones, N. L. and Andrew, G. (1979) : Effects of physical training on cardiovascular function following myocardial infarction. *J. Appl. Physiol.*, **47**, 482-489.
- 30) Pollock, M. L., Cureton, T. K. and Greninger, L. (1969) : Effects of frequency of training on working capacity, cardiovascular function, and body composition of adult men. *Med. Sci. Sports*, **1**, 70-74.
- 31) Pollock, M. L., Miller, H. S. Jr., 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**, 126-130.
- 32) Rousseau, M. F., Brasseur, L. A. and Detry, J. M. R. (1973) : Hemodynamic determinants of maximal oxygen intake in patients with healed myocardial infarction: Influence of physical training. *Circulation*, **48**, 943-949.
- 33) Saltin, B., Hartley, L. H., Kilbom, A. and Astrand, I. (1969) : Physical training in sedentary middle-aged and older men. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **3**, 323-334.
- 34) Santiago, M. C., Alexander, J. F., Stull, G. A., Serfass, R. C., Hayday, A. M. and Leon, A. S. (1987) : Physiological responses of sedentary women to a 20-week conditioning program of walking or jogging. *Scand. J. Sports Sci.*, **9**, 33-39.
- 35) Seals, D. R. and Hagberg, J. M. (1984) : The effects of exercise training on human hypertension: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **16**, 207-215.
- 36) Sharkey, B. J. (1970) : Intensity and duration of training and the development of cardiorespiratory endurance. *Med. Sci. Sports*, **2**, 197-202.
- 37) Siscovick, D. S., Weiss, N. S., Fletcher, D. H. and Lasky, T. (1984) : The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N. Engl. J. Med.*, **311**, 874-877.
- 38) 竹田正樹, 田中喜代次, 浅野勝己, 渡邊 寛, 檜山輝男(1993) : Lactate Threshold を用いた冠動脈疾患患者用の運動プログラムのあり方. *呼吸と循環*, **41**, 999-1003.
- 39) Tanaka, K., Kim, H. S., Wakita, M., Nakadomo, F., Hazama, T. and Maeda, K. (1989) : Effects of aerobic conditioning plus caloric restriction in obese middle-aged women. *Jpn. J. Appl. Physiol.*, **19**, 495-504.
- 40) Tanaka, K., Hiyama, T., Watanabe, Y., Asano, K., Takeda, M., Hayakawa, Y. and Nakadomo, F. (1993) : Assessment of exercise-induced alterations in body composition of patients with coronary heart disease. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **66**, 321-327.
- 41) 田中喜代次, 吉村隆喜, 奥田豊子, 小西洋太郎, 角田 聡, 出村慎一, 岡田邦夫(1986) : AT 水準以上の強度を基準とした完全監視型持久性運動療法および不完全監視型食事療法の併用が肥満者の健康・体力に及ぼす効果. *体力研究*, **62**, Suppl., 26-40.
- 42) Taylor, C. B., Sallis, J. F. and Geedle, R. (1985) : The relation of physical activity and exercise to mental health. *Public Health Rep.*, **100**, 195-201.
- 43) 1988 Joint National Committee (1988) : The 1988 Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Arch. Intern. Med.*, **148**, 1023-1038.
- 44) Todd, I. C., Wosornu, D., Stewart, I. and Wild, T. (1992) : Cardiac rehabilitation after myocardial

- infarction. *Sports Med.*, **14**, 243-259.
- 45) Verani, M. S., Hartung, G. H., Hoepfel-Harris, J., Welton, D. E., Pratt, C. M. and Miller, R. R. (1981) : Effects of exercise training on left ventricular performance and myocardial perfusion in patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.*, **47**, 797-803.
- 46) Williams, P. T., Wood, P. D., Haskell, W. L. and Vranizan, K. (1982) : The effects of running mileage and duration on plasma lipoprotein levels, *J. A. M. A.*, **247**, 2674-2679.
- 47) Wilson, P. K., Farday, S. P. and Froelicher, V. F. (1981) : Formulating the exercise prescription. In : *Cardiac Rehabilitation, Adults Fitness, and Exercise Testing*. 1st. Ed., Lea & Febiger, 333-354.