

心筋梗塞患者における回復期運動療法の効果：運動療法非施行群との比較

Effect of Exercise Therapy on Recovery Phase of Myocardial Infarction : Comparison With a Control Group

中山 大

Masaru NAKAYAMA

Abstract

Exercise therapy at the anaerobic threshold (AT) level is currently recommended for patients recovering after myocardial infarction (MI). However, the effects of exercise therapy have not been investigated in a controlled prospective study.

This study investigated whether AT-level physical training is beneficial in improving exercise tolerance and left ventricular function during the MI recovery phase in 62 patients who had no contraindications for exercise during hospitalization. Exercise therapy at the AT-level was continued after discharge in 43 patients (group T), and was discontinued in 19 patients (group C). Treadmill exercise testing with a ramp protocol was performed at 1 and 3 months after the onset of MI. AT, peak $\dot{V}O_2$, and $\dot{V}O_2$ slope ($\Delta\dot{V}O_2/\Delta$ exercise time) were determined. Cardiac catheterization was performed in 48 patients (33 in group T and 15 in group C) 3 months after the onset of MI. Ejection fraction (EF), stroke index (SI), end-diastolic volume index (EDVI), and end-systolic volume index (ESVI) were determined. The following results were obtained; 1) AT, peak $\dot{V}O_2$, and $\dot{V}O_2$ slope significantly increased in group T, but not in group C; and 2) EF, SI, EDVI and ESVI were not significantly different between these two groups.

Exercise therapy at the AT-level during the MI recovery phase significantly improved exercise tolerance and oxygen uptake, but had no significant influence on left ventricular function.

Key Words

myocardial infarction, exercise therapy, exercise tolerance, ventricular function (left)

はじめに

心筋梗塞(myocardial infarction: MI)患者に対する急性期リハビリテーションが盛んに行われるようになり、わが国でも“心疾患のリハビリテーションシステム開発に関する研究”班が呈示したプログラム¹⁾に沿った運動療法が一般的となってきた。これによりMI急性期における運動能力の低下、心拍・血圧反応の障害、骨格筋力低下などの身体調節失調(deconditioning)の改善など、その有効性に関する証明についていくつかの報告がなされるようになった²⁻⁴⁾。

一方、退院後の回復期MI患者の運動療法に関しては、その重要性は認識されてはいるものの、運動強度、運動時間、運動頻度などについて統一した見解が得られていない。しかし最近では運動耐容能の一指標とし

て anaerobic threshold (AT) が活用されるようになり⁵⁾、AT レベルでの運動の安全性^{6,7)} やその有用性⁸⁾ が評価され、運動療法への応用が試みられるようになった。

わが国における回復期MI患者への運動療法の効果に関するこれまでの報告の多くは、運動療法施行群単独における運動耐容能の経時的変化や、その効果の発現機序を論じているものがほとんどである。本研究では回復期MI患者において、ATレベルの監視型運動療法施行群と非施行群を設定し、両者の比較から運動療法の効果を運動耐容能の経時的変化、慢性期左心室造影検査の結果から検討することを目的とした。

対象と方法

1. 対 象

初回急性心筋梗塞発作で聖マリアンナ医科大学病院

聖マリアンナ医科大学 第二内科：〒216 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1

The Second Department of Internal Medicine, St. Marianna University School of Medicine, Kawasaki

Address for reprints: NAKAYAMA M, MD, The Second Department of Internal Medicine, St. Marianna University School of Medicine, Sugao 2-16-1, Miyamae-ku, Kawasaki 216

Received for publication November 7, 1994; accepted February 24, 1995

Table 1 Basic profiles of the subjects

	T group (n=43)	C group (n=19)	p value
Gender			
Male	36 (84)	14 (74)	NS
Female	7 (16)	5 (26)	NS
Mean age (yrs)	58.3±9.5	57.0±9.8	NS
Height (cm)	168.0±8.5	166.5±4.9	NS
Weight (kg)			
1st month	60.3±7.5	60.5±6.7	NS
3rd month	60.4±6.8	62.2±6.8	NS
IRA			
LAD	23 (54)	13 (68)	NS
LCX	7 (16)	0 (0)	NS
RCA	13 (30)	6 (32)	NS
Forrester subset of acute phase			
I	28 (65)	10 (53)	NS
II	6 (14)	4 (21)	NS
III	3 (7)	1 (5)	NS
IV	2 (5)	1 (5)	NS
Unknown	4 (9)	3 (16)	NS
Medication			
Nitrates	41 (95)	17 (89)	NS
Calcium channel blocker	20 (47)	10 (53)	NS
Beta blocker	11 (26)	4 (20)	NS
ACE inhibitor	3 (7)	2 (11)	NS
Diuretics	5 (12)	2 (11)	NS
Antiplatelet agents	43 (100)	19 (100)	NS

Data are presented as mean ± standard deviation (SD). (): %.
T group = training group; C group = control group; IRA = infarct-related artery; LAD = left anterior descending branch; LCX = left circumflex branch; RCA = right coronary artery; NS = not significant

Table 2 Follow-up profiles at 3 months after onset

	T group (n=33)	C group (n=15)	p value
Gender			
Male	30 (91)	12 (80)	NS
Female	3 (9)	3 (20)	NS
Mean age (yrs)	58.6±9.8	57.9±10.0	NS
IRA			
LAD	20 (61)	10 (67)	NS
LCX	3 (9)	0 (0)	NS
RCA	10 (30)	5 (33)	NS
Patients with ventricular aneurysm	4 (12)	3 (20)	NS

mean ± SD. (): %.
Abbreviations as in Table 1.

第二内科および本学横浜市西部病院循環器内科に来院した1枝病変患者のうち、発症後12時間以内に再灌流療法 (direct percutaneous transluminal coronary angioplasty: direct PTCA) が施行され良好な拡張が得られた連続110例中、1) NYHA III および IV の症例6例、2) 運動療法の妨げとなる他疾患 (貧血、肺疾患、整形外科的疾患、MI以外の器質的心疾患など) を合併した症例26例、3) 通院監視型運動療法より脱落した15例、および4) 慢性期に呼気ガス分析を施行できなかった1例を除外した62例を対象とした。対象症例は全例、前述した“心疾患のリハビリテーションシステム開発に関する研究”班が呈示したプログラムに準じる4週間の急性期プログラムを完了し、経過中に循環器系投与薬剤の変更はなかった。対象者には本研究の趣旨を説明し、全例の同意を得た。

2. 方法

回復期運動療法施行の有無の決定は、聖マリアンナ医科大学病院第二内科に入院した患者は、発症3ヵ月目まで週3回の通院監視型運動療法を施行し training group (T群43例) とし、通院リハビリテーションのシステムを持たない本学横浜市西部病院循環器内科に入院した患者は、日常生活上の運動量の上限を説明することと認め control group (C群19例) とした (Table 1)。

この両群にMI発症後1ヵ月目から1週間以内および3ヵ月目から1週間以内に直線的漸増負荷法 (ramp法) による呼気ガス分析を併用したトレッドミル運動負荷試験を施行した。また、発症後3ヵ月目に心臓カテーテル検査を施行しえた48例 (T群33例、C群15例: Table 2) については冠動脈造影、左室造影を施行した。なお、心肺運動負荷試験、呼気ガス分析および心臓カテーテル検査所見の解析は全例、聖マリアンナ医科大学病院で同一検者が施行した。

1) 運動負荷試験

運動負荷試験はフクダ電子製 STRESS TEST SYSTEM ML-5000 および TREADMILL MAT-2500 を用い、ramp法はアメリカスポーツ医学会の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) 予測式⁹⁾ を用いて約1 MET/min (3.5 ml/min/kg: $\dot{V}O_2$) ずつ漸増するように設定したプロトコール¹⁰⁾ を用いた。運動負荷試験中は標準12誘導をモニターし、心拍数、ST-T変化および不整脈を観察した。血圧はColin製運動負荷用血圧監視装置 STBP-780B を用い、

1分ごとに測定した。負荷終了はアメリカスポーツ医学会のトレッドミル負荷試験中止基準を満たす徴候の出現、あるいは負荷の増加にもかかわらず $\dot{V}O_2$ の増加を認めない、いわゆる $\dot{V}O_2$ leveling offの状態の出現とした。

2) 呼気ガス分析

呼気ガス分析には、ミナト医科学製 Respiromonitor RM-300 および Medical Gas Analyzer MG-360 を用い、得られた呼気ガスデータは NEC 製 personal computer PC9801 でオンライン処理した。呼気ガスは breath-by-breath 法で測定し、 $\dot{V}O_2$ 、分時換気量、 $\dot{V}O_2$ に対する換気当量、 CO_2 排出量に対する換気当量、およびガス交換比の各パラメーターをコンピューター画面に表示し監視した。AT 決定には Beaver らが提唱した V-slope 法¹¹⁾を用い、peak $\dot{V}O_2$ は負荷終了直前 10 秒間の平均値とした。運動時間に対する $\dot{V}O_2$ の傾き ($\dot{V}O_2$ slope) は、ramp 負荷開始後 $\dot{V}O_2$ の増加し始める点から respiratory compensation point までを一次回帰し求めた。

3) 心臓カテーテル検査

48 例については、発症 3 ヶ月目に冠動脈造影、左室造影を施行した。冠動脈造影では梗塞責任血管の再狭窄の有無について検討し、再狭窄の定義は PTCA 時に得られた拡大率の 50% 以上の内腔が狭小化したものとした。左室造影では Simpson 法¹²⁾により左室駆出分画 (ejection fraction: EF), 1 回拍出係数 (stroke index: SI), 左室拡張末期容積係数 (end-diastolic volume index: EDVI) および収縮末期容積係数 (end-systolic volume index: ESVI) を求めた。

4) 回復期監視型運動療法

T 群には退院前に測定した AT レベルの運動強度で週 3 回、1 回 30 分のトレッドミル運動を監視下で発症 3 ヶ月目まで行った。なお AT レベルの指標には、漸増負荷中の AT 時心拍数を用いた。C 群については測定した AT レベルの心拍数を日常生活上の上限とする説明を行い、その他の制限は行わなかった。

以上の検査結果より、1) 発症後 1, 3 ヶ月目の AT, peak $\dot{V}O_2$ および $\dot{V}O_2$ slope の推移、2) 発症 3 ヶ月目の EF, SI, EDVI, ESVI の比較、および 3) 再狭窄率について、おのおのの内容を T 群と C 群、さらに梗塞責任血管別に左前下行枝 (left anterior descending branch: LAD) 群、回旋枝-右冠動脈 (right coronary artery-left circumflex branch: RCA-LCX) 群に分類し検討した。

5) 統計学的検討

両群の臨床背景は χ^2 検定を行い検討した。結果の統計解析は一元配置分散分析を用い、その後 Fisher's PLSD 法を用い各群を比較検討した。有意差の判定は $p < 0.05$ 以下とした。結果はいずれも平均±標準偏差で示した。

結 果

1. 心肺運動負荷試験結果

MI 発症後 1, 3 ヶ月目に施行したトレッドミル心肺運動負荷試験の結果を示す。

1) 心拍・血圧反応

T 群および C 群の MI 発症後 1, 3 ヶ月目の rest と peak の心拍数、収縮期血圧反応を Table 3 に示す。両群とも経時的な有意差は認められなかった。

2) 呼気ガスデータの経時的推移 (Table 4)

AT の推移: MI 発症後 1, 3 ヶ月目の AT 値の経時的推移は、T 群において 15.0 ± 2.9 から 16.8 ± 3.1 ml/min/kg へと有意な増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では有意差を認めなかった。梗塞部位別に比較すると、T 群では LAD 梗塞群、RCA-LCX 梗塞群とも有意な増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では有意差を示さなかった。

Peak $\dot{V}O_2$ の推移: Peak $\dot{V}O_2$ の経時的推移も AT と同様に、T 群では 23.0 ± 4.8 から 25.8 ± 5.7 ml/min/kg へと有意に増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では有意差を示さなかった。一方、梗塞部位別の検討では、T 群の LAD 梗塞群で 22.9 ± 4.8 から 25.4 ± 5.1 ml/min/kg, RCA-LCX 群で 23.2 ± 5.0 から 26.3 ± 6.6 ml/min/kg へと、ともに有意な増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では LAD 梗塞群のみが 22.4 ± 4.9 から 25.1 ± 4.4 ml/min/kg へと有意な増加 ($p < 0.01$) を示し、RCA-LCX 梗塞群では有意な変化を示さなかった。

$\dot{V}O_2$ slope の推移: $\dot{V}O_2$ slope の経時的推移は、T 群で 2.1 ± 0.4 から 2.3 ± 0.4 ml/kg/min² と有意な増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では有意差を認めなかった。梗塞部位別の検討では T 群の LAD 梗塞群で 2.2 ± 0.4 から 2.3 ± 0.4 ml/kg/min² と、RCA-LCX 梗塞群で 2.1 ± 0.5 から 2.3 ± 0.4 ml/kg/min² と、ともに有意な増加 ($p < 0.01$) を示したが、C 群では有意な変化を示さなかった。

Table 3 Treadmill test : Resting and peak data

	T group (n=43)		C group (n=19)	
	1 month	3 months	1 month	3 months
Resting				
HR (bpm)				
Total	77.4±12.4	72.5±12.9	82.6±14.5	79.2±10.5
LAD group	76.9±10.2	72.2±10.4	85.9±15.2	80.6±9.8
RCA-LCX group	78.4±15.0	73.0±15.8	75.5±12.2	76.2±13.0
s-BP (mmHg)				
Total	125.6±14.1	130.6±20.0	131.2±19.7	134.4±17.9
LAD group	122.0±13.2	130.0±20.1	132.2±18.1	135.5±16.3
RCA-LCX group	129.8±12.6	131.2±21.5	128.9±20.6	132.1±18.3
Peak				
HR (bpm)				
Total	141.3±15.8	145.8±18.7	150.8±14.5	152.6±13.8
LAD group	140.4±16.0	143.4±23.0	157.0±11.8	156.8±13.8
RCA-LCX group	142.8±12.5	148.1±12.5	148.0±16.2	152.8±12.2
s-BP (mmHg)				
Total	185.7±22.9	185.9±20.4	187.2±28.2	189.9±26.5
LAD group	188.3±22.6	186.1±17.5	189.6±28.8	192.6±25.5
RCA-LCX group	179.8±23.7	182.3±27.1	181.8±26.9	183.7±28.6

mean ±SD.

1 (3) month(s)=1 (3) month(s) after myocardial infarction; HR=heart rate; s-BP=systolic blood pressure. Other abbreviations as in Table 1.

2. 心臓カテーテル検査結果

MI発症後3ヵ月目に心臓カテーテル検査を施行しえた48例の再狭窄率, 左室造影検査結果を示す (Table 5).

1) 再狭窄率

Direct PTCA 後3ヵ月目の再狭窄率は, T群 33.3%, C群 40.0%で両群間に有意差を認めず, 梗塞部位別に検討しても各群間に有意差を認めなかった.

2) 左室駆出分画

MI発症後3ヵ月目の左室駆出分画 (EF) はT群, C群間に有意差を認めず, 梗塞部位別に検討しても各群間に有意差は認められなかった.

3) 1回拍出係数

MI発症後3ヵ月目の1回拍出係数 (SI) も同様に, T群, C群間に有意差は認められず, 梗塞部位別の検討でも各群間に有意差は認めなかった.

4) 左室拡張・収縮末期容積係数

MI発症後3ヵ月目の左室拡張末期容積係数 (EDVI), および収縮末期容積係数 (ESVI) もT群, C群間に有意差を認めなかった. 梗塞部位別の検討でもT群, C群間には有意差は認められなかった.

考 察

呼気ガスによるATの非観血的測定法がWassermanら⁹⁾により提唱されて以来, 循環器領域でもATが目され, 運動耐容能評価, 運動療法などに対する応用がなされている. 運動療法により運動耐容能の改善が認められることは周知の事実であるが, 回復期MI患者の運動耐容能の推移について対照群を用い検討した報告はMillerら¹³⁾のトレッドミル運動耐容能の検討のみであった. また, 運動耐容能改善の因子として心収縮力や冠循環の改善など心機能自体の改善 (中枢効果) と骨格筋における酸素の有効利用のための機序 (末梢効果) の関与が論じられているが, とくに中枢効果については一定の見解が得られていないのが実状である. 最近の心機能に関する検討では, Jugduttら¹⁴⁾の報告があるが, それによると回復期運動療法を施行した貫壁性の前壁MI患者のうちの一部で, 運動耐容能の改善を認めたにもかかわらず, 左心室容積の増大や梗塞壁の菲薄化, 拡張から左心室機能の悪化を示す症例があったとしている.

このような観点から本研究では, 回復期MI患者に

Table 4 Comparison between AT, peak $\dot{V}O_2$ and $\dot{V}O_2$ slope at 1 and 3 months after onset

	T group (n=43)		C group (n=19)	
	1 month	3 months	1 month	3 months
AT (ml/min/kg)				
Total	15.0±2.9	16.8±3.1*	15.4±2.6	16.1±2.5
LAD group	15.2±2.7	16.8±2.7*	15.4±2.7	16.1±2.5
RCA-LCX group	14.8±3.2	16.8±3.6*	15.3±3.0	15.9±2.9
Peak $\dot{V}O_2$ (ml/min/kg)				
Total	23.0±4.8	25.8±5.7*	22.6±4.9	24.7±4.3
LAD group	22.9±4.8	25.4±5.1*	22.4±4.9	25.1±4.4*
RCA-LCX group	23.2±5.0	26.3±6.6*	23.0±5.6	23.8±4.6
$\dot{V}O_2$ slope (ml/kg/min ²)				
Total	2.1±0.4	2.3±0.4*	2.1±0.4	2.0±0.4
LAD group	2.2±0.4	2.3±0.4*	2.1±0.4	2.0±0.4
RCA-LCX group	2.1±0.5	2.3±0.4*	2.1±0.4	2.2±0.4

mean ±SD. **p*<0.01 vs 1 month.
AT=anaerobic threshold. Other abbreviations as in Tables 1, 3.

Table 5 Effect of exercise training on restenosis ratio, ejection fraction, stroke index and left ventricular volume

	T group (n=33)	C group (n=15)	<i>p</i> value
Restenosis ratio			
Total	11/33(33.3)	6/15(40.0)	NS
LAD group	6/20(30.0)	4/10(40.0)	NS
RCA-LCX group	5/13(38.5)	2/5(40.0)	NS
EF (%)			
Total	51.6±8.1	57.5±9.7	NS
LAD group	51.8±9.1	58.4±8.6	NS
RCA-LCX group	51.4±3.9	56.5±8.0	NS
SI (ml/min/m ²)			
Total	44.9±15.8	50.7±11.1	NS
LAD group	43.0±19.3	47.8±11.5	NS
RCA-LCX group	47.7±10.5	56.5±10.2	NS
EDVI (ml/m ²)			
Total	90.7±33.7	90.5±25.5	NS
LAD group	83.5±28.4	81.8±16.1	NS
RCA-LCX group	94.1±25.3	99.2±23.8	NS
ESVI (ml/m ²)			
Total	43.0±16.8	38.4±16.4	NS
LAD group	38.4±13.3	34.0±10.4	NS
RCA-LCX group	47.6±14.2	42.7±16.1	NS

mean ±SD. (): %.
EF=ejection fraction; SI=stroke index; EDVI=end-diastolic volume index; ESVI=end-systolic volume index. Other abbreviations as in Tables 1, 3.

AT レベルを運動強度とした監視型運動療法を施行し、運動耐容能の経時的推移と慢性期の左心室容積を主体

とした左心機能について対照群を用い検討し、さらに梗塞巣の過度の菲薄化、拡張から左心室瘤や ventricular remodeling の合併が多いとされる¹⁵⁾ LAD 梗塞と他の梗塞 (RCA-LCX 梗塞) を分類し比較した。

1. 呼気ガスデータの経時的推移

1) Anaerobic threshold, peak $\dot{V}O_2$ の推移について

Anaerobic threshold (AT), peak $\dot{V}O_2$ は運動耐容能のよい指標とされており、運動療法の効果判定に用いられている。対照群を用いた今回の検討でも Miller らの報告¹³⁾ と同様に、T 群では C 群と比較して有意に AT, peak $\dot{V}O_2$ の増加を認めた。また、今回の検討では梗塞部位別に分類し比較したが、AT および peak $\dot{V}O_2$ の推移には梗塞部位による差は認められなかった。以上より、AT レベル回復期運動療法により運動耐容能は改善すること、また梗塞部位は運動耐容能改善の阻害因子とはならないことが示唆された。

2) $\dot{V}O_2$ slope の推移について

今回一指標として求めた $\dot{V}O_2$ slope は、自転車エルゴメーター負荷試験における仕事率の増加に対する $\dot{V}O_2$ の増加量 ($\Delta\dot{V}O_2/\Delta$ work rate) に相当すると考えられる。 $\dot{V}O_2$ は心拍出量と動静脈酸素較差の積で表されることから、 $\Delta\dot{V}O_2/\Delta$ work rate は負荷量の増加に対する心拍出量の増加の程度を反映するとされる¹⁶⁾。換言すると、 $\Delta\dot{V}O_2/\Delta$ work rate は、運動筋への酸素輸送能や運動時の

心ポンプ機能を反映する指標といえる。Itoh¹⁷⁾によると、自転車エルゴメーター負荷試験における $\Delta\dot{V}O_2/\Delta$ work rate は、心不全が重症化するに伴い低下するとされ、また Hansen ら¹⁸⁾の報告では、虚血性心疾患患者では低値を示すとされている。本研究では運動負荷法として日常生活にそくしてトレッドミル負荷を用いたため、運動時間に対する $\Delta\dot{V}O_2$ の傾きである $\dot{V}O_2$ slope を代用し、同一の負荷プロトコルを用い、その経時的推移について検討した。今回の検討では $\dot{V}O_2$ slope は T 群では有意な増加を認めたが、C 群では経時的推移を認めなかった。すなわち、AT レベル回復期運動療法により運動時酸素輸送能が改善したことを意味し、AT レベル運動療法により $\dot{V}O_2$ slope が増加することは、T 群で AT や peak $\dot{V}O_2$ が増加したことの二因であることを意味しているものと推察された。また今回の検討では、 $\dot{V}O_2$ slope は T 群の LAD 梗塞群、RCA-LCX 梗塞群の両者とも増加し、梗塞部位は酸素輸送能改善の阻害因子とはならないことが示唆された。

2. 心臓カテーテル検査結果について

1) 再狭窄率について

慢性期に施行された冠動脈造影検査で、各群の再狭窄率に有意差を認めなかったことから、両群の運動耐容能や慢性期心機能における冠循環の影響は除外できると考えられた。

2) 左室駆出分画、1 回拍出係数の比較

慢性期に施行した左心室造影検査の結果から両群を比較したが、運動療法の有無による差は認められなかった。また、梗塞部位別による検討では、梗塞巣の過度の菲薄化、拡張から左心室瘤や ventricular remodeling の合併が多いとされる LAD 梗塞群で、左心室容積の増加から左心室機能の悪化が認められるのではないかと当初の予測に反し、梗塞部位による差は認められなかった。

3) 左室拡張・収縮末期容積係数の比較

慢性期安静時心機能と同様に、慢性期左心室容積も運動療法の有無による差は認められなかった。また梗塞部位別による検討でも、LAD 梗塞群で左心室容積の増加が認められるのではないかと当初の予測に反し、梗塞部位による差は認められなかった。

本研究では、NYHA III および IV の症例を対象より除外し、週 3 回の通院リハビリテーションの可能な比

較的心機能の保たれた症例を対象としている。両群の左心室造影所見から、比較的心機能の保たれた MI 患者における AT レベル回復期運動療法は、慢性期安静時の心機能や左心室容積には悪影響を及ぼさない可能性が示唆された。

3. 本研究の限界と今後の課題

1. 本研究の限界としては対象とした 2 群がおのおの別の施設で登録され追跡された症例で、無作為振り分けでない点が挙げられる。この点に関しては、検討した患者背景には差を認めず、心肺運動負荷試験や心臓カテーテル検査の解析も同一条件で行ったので、両群間に大きなバイアスはなく、比較は可能なものと考えられた。

2. 運動療法の前後で左心室造影がなされていないため、その経時変化が不明で、慢性期心機能を規定する因子である ventricular remodeling に対する影響を明らかにすることができなかった。今後は左室機能の経時的推移や梗塞範囲と左心室容積の関係、あるいは梗塞範囲と運動療法効果の関連などを含めた検討が必要と考えられた。また、今回除外された回復期運動療法の適応とならない左室機能の低い症例を対象とした検討も、今後の課題と考えられる。

3. 本研究では、AT レベル回復期運動療法により慢性期 MI 患者の運動耐容能を改善させることを示したが、その機序に関しては本研究のみでは明らかにできなかった。今後は今回検討した安静時左心室機能のほかに、運動耐容能を評価するうえで重要となる運動負荷中の左心室機能に対する評価が、方法論を含め今後の検討課題と考えられた。

ま と め

MI 患者の回復期運動療法による運動耐容能の改善過程と慢性期左心機能について、対照群と比較検討した。監視型運動療法施行群では非施行群に比し、梗塞部位に左右されることなく運動耐容能、酸素輸送能の有意な改善が認められたが、安静時左心機能や左心室容積には差が認められなかった。以上より、運動療法の適応となる比較的心機能の保たれた症例では、回復期の AT レベル運動療法により有意な運動耐容能や酸素輸送能の改善が認められ、慢性期の左心機能には悪影響を及ぼさない可能性が推察された。

本論文の要旨は第41回日本心臓病学会学術集会、第58回日本循環器学会学術集会において発表した。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を賜った第二内科 村

山正博主任教授に深甚なる謝意を捧げるとともに、直接ご指導いただいた同科 田辺一彦講師、心臓血管研究所 伊東春樹博士、リハビリテーション部 山田純生氏に深謝いたします。さらにご協力いただいた第二内科、西部病院循環器内科ならびにリハビリテーション部の諸兄に心より謝意を表します。

要 約

回復期心筋梗塞患者に対する anaerobic threshold (AT) レベルでの運動療法が回復期心筋梗塞患者の運動耐容能および左心室機能に及ぼす影響について検討することを目的とした。

対象は急性期入院リハビリテーションを終了した心筋梗塞患者62例で、うち43例には退院後も AT レベルの運動療法を施行し(運動療法群)、他の19例(対照群)には行わなかった。発症後1,3ヵ月にトレッドミルを用いた ramp 負荷試験を施行し、AT, peak $\dot{V}O_2$ および運動時間に対する $\dot{V}O_2$ の傾き ($\dot{V}O_2$ slope) を計測した。また発症3ヵ月に心臓カテーテル検査を施行しえた48例(運動療法群33例、対照群15例)に関しては左室駆出分画(EF)、1回拍出係数(SI)、左室拡張末期容積係数(EDVI)および収縮末期容積係数(ESVI)を求め、両群で比較検討した。

結果は、1) 運動療法群では AT, peak $\dot{V}O_2$ および $\dot{V}O_2$ slope は有意な増加を認めしたが、対照群では前下行枝梗塞群の peak $\dot{V}O_2$ 以外は有意な増加は認めなかった。2) EF, SI, EDVI および ESVI は両群間で有意差を認めなかった。

以上より運動療法の適応となる比較的心機能の保たれた症例における AT レベルの回復期運動療法は、有意な運動耐容能の改善と酸素輸送能の増加を示し、慢性期の左心室機能には悪影響を及ぼさない可能性が示唆された。

J Cardiol 1995; 25: 309-316

文 献

- 厚生省循環器病委託研究：心疾患のリハビリテーションシステム開発に関する研究(班長：戸嶋裕徳)：昭和57年度業績集。1983; 158-159
- Maxine H, Robert H, Koon KT, Kappagoda CT: Importance of considering ventricular function when prescribing exercise after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1986; **58**: 891-895
- Stephen A: Exercise performance of the high risk acute myocardial infarction patient after cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol* 1988; **62**: 197-201
- van Dixhoorn J, Duivenvoorden HJ, Pool J: Success and failure of exercise training after myocardial infarction: Is the outcome predictable? *J Am Coll Cardiol* 1990; **15**: 974-982
- Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL: Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 1973; **35**: 236-243
- Tanabe K, Osada N, Noda K, Yamamoto M, Omiya K, Itoh H, Kamegai M, Murayama M, Sugai J: Changes in hemodynamics and catecholamines during single-level exercise at the anaerobic threshold and 120% of the anaerobic threshold in normal subjects. *J Cardiol* 1994; **24**: 61-69 (in Japanese)
- Nakayama M, Tanabe K, Suzuki N, Osada N, Noda K, Yamamoto M, Omiya K, Itoh H, Musha H, Murayama M, Sugai J: Circulatory, ventilatory and hormonal changes during single-stage exercise at anaerobic threshold in healthy persons: Comparison to ramp exercise test. *Therap Res* 1993; **14**: 218-223 (in Japanese)
- 岩崎達弥: 慢性期心筋梗塞患者における Anaerobic Threshold の経時的变化と規定因子について。日臨生理会誌 1991; **21**: 117-133
- American College of Sports Medicine: Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 3rd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1986
- 山田純生, 山崎裕司, 前田秀博, 渡辺 敏, 牧田光代, 三好邦達, 岩崎達弥, 田辺一彦, 亀谷 学, 村山正博: Anaerobic Threshold の測定について。体力科学 1989; **38**: 656-659
- Beaver WL, Wasserman K, Whipp B: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; **60**: 2020-2027
- Chapman CB, Baker O, Reynolds J, Bonte FJ: Use of biplane cinefluorography for measurement of ventricular volume. *Circulation* 1958; **18**: 1105-1117
- Miller NH, Haskell WL, Berra K, DeBusk RF: Home versus group exercise training for increasing functional capacity after myocardial infarction. *Circulation* 1984; **70**: 645-649
- Jugdutt BI, Michorowski BL, Kappagoda CT: Exercise training after anterior Q wave myocardial infarction: Importance of regional left ventricular function and topography. *J Am Coll Cardiol* 1988; **12**: 362-372
- White HD, Norris RM, Brown MA, Brandt PWT, Whitlock RML, Wild CJ: Left ventricular end-systolic volume as the major deter-

- minant of survival after recovery from myocardial infarction. *Circulation* 1987; **76** : 44-51
- 16) 小池 朗: 心機能とAT, その関連指標, 心肺運動負荷テスト: 呼気ガス分析による心肺疾患の新しい見方 (谷口興一編). 南江堂, 東京, 1993; pp259-265
- 17) Itoh H: Oxygen uptake : Work rate relationship in patient with heart disease. *Med Sport Sci* 1992; **37** : 374-380
- 18) Hansen JE, Sue DY, Oren A, Wasserman K: Relation of oxygen uptake to work rate in normal men and men with circulatory disorders. *Am J Cardiol* 1987; **59** : 669-674