

## 低心機能虚血性心疾患に対する運動療法の実際

前田 智美, 松永 篤彦, 増田 卓

Maeda T, Matsunaga A, Masuda T: **The effects of exercise training to patients with ischemic heart disease characterized by cardiac dysfunction.** J Jpn Coron Assoc 2006; 12: 51-57

### I. はじめに

近年、虚血性心疾患に対する救急医療システムの充実と初期治療の著しい進歩によって、運動療法は急性心筋梗塞をはじめとする虚血性心疾患の患者に対して、入院早期から積極的に展開されるようになった<sup>1)</sup>。しかし一方では、虚血性心疾患の救命率の飛躍的な向上によって運動療法の対象患者は高齢化し、低心機能を示す患者の比率が増加している。この低心機能の患者に対して運動療法を安全に実施するための明確な指針は乏しく、適正な運動療法を施行するための介入方法を詳細に検討する必要がある。そこで、本稿では入院期の虚血性心疾患に焦点をあて、心機能、冠危険因子、運動療法の進行状況および運動機能に関する実態調査から低心機能患者の特性を把握するとともに、症例報告を通して運動療法を展開していくうえでの留意点を述べることにする。

### II. 低心機能虚血性心疾患患者の特性

American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (AACVPR) は、心疾患に対して運動療法を実施する際にはリスクの層別化を図り、それぞれのリスクに応じたプログラムを展開するよう勧告している<sup>2)</sup>。AACVPRが提唱したリスクの層別化には、心機能に関する指標として左室駆出率 (LVEF) が用いられており、安静時の LVEF が 50% 以上を示す症例を低リスク、40~49% を中等度リスク、および 40% 未満を高リスクとしている (表 1)。そこで本調査では、この AACVPR の高リスク群の中でもより重度である LVEF 30% 未満の患者を新たに層別化して、低心機能虚血性心疾患の特性を検討した<sup>3)</sup>。

調査対象は、2000 年 2 月から 2005 年 10 月までの間に北里大学病院心臓血管センターに入院し、心臓リハビリテーションの目的で運動療法を処方された虚血性心疾患 505 例 (年齢  $64 \pm 10$  歳, 男性 405 例, 女性 100 例) とした。なお、運動療法の開始時点において、中枢神経疾患による四肢の

運動麻痺、整形外科疾患による骨関節障害などの運動機能障害を有する患者は調査対象から除外した。運動療法は、虚血性心疾患の発症あるいは冠動脈バイパス術から 3 日目に開始し、100 m から 600 m の病棟歩行とその後の階段歩行を段階的に進めた。さらに 300 m 歩行が可能となった時点でトレッドミルあるいはエルゴメータを用いた有酸素運動トレーニングを併用して実施した。調査項目は、入院時の年齢、性別、疾患名、body mass index (BMI)、脳性ナトリウム利尿ペプチド (BNP)、LVEF、冠動脈の責任血管と病変枝数、冠危険因子として高血圧症、糖尿病、高脂血症、肥満の保有の有無とした。さらに、運動療法の進行状況として、病棟での 100 m 歩行が可能となった病日 (100 m 歩行病日) と在院日数、運動機能として下肢筋力を調査した。なお、下肢筋力の測定は、病棟での 300 m 歩行が可能となった時点で実施し、hand-held dynamometer を用いて等尺性収縮による最大膝伸展筋力 (体重比) を測定した。

入院時の LVEF の値から、対象患者を LVEF が 50% 以上 (50% 以上群, 207 例)、40% 以上 50% 未満 (40~49% 群, 152 例)、30% 以上 40% 未満 (30~39% 群, 91 例)、30% 未満 (30% 未満群, 55 例) の 4 群に分類した。各測定項目における 4 群間の比較を表 2 に示す。入院時の年齢、男女比、疾患名、冠動脈の病変枝数および冠危険因子の保有数には、4 群間で有意な差を認めなかった。BMI は、30% 未満群で他の 3 群に比べて有意に低値を示した (それぞれ  $P < 0.05$ )。冠動脈の責任血管は、LVEF が低値を示す高リスク群になるにつれて左前下行枝病変の割合が有意に増加し、逆に右冠動脈病変と左回旋枝病変の割合は減少した ( $P < 0.05$ )。BNP は、40~49% 群と 50% 以上群に比べて 30% 未満群と 30~39% 群でいずれも有意に高値を示した (それぞれ  $P < 0.05$ )。冠危険因子の保有率は、糖尿病において 30% 未満群が他の 3 群に比べて有意に高値を示した ( $P < 0.05$ )。運動療法に関する測定項目では、100 m 歩行病日は、40~49% 群と 50% 以上群に比べて 30% 未満群と 30~39% 群でいずれも有意に遅延していた (それぞれ  $P < 0.05$ )。在院日数は、30% 未満群が他の 3 群に比べて有意に長期化し (それぞれ  $P < 0.05$ )、30~39% 群でも 40~49% 群と 50% 以上群に比べて有意に長期化した (それぞ

北里大学大学院医療系研究科 (〒 228-8555 相模原市北里 1-15-1)

表1 心疾患患者の運動療法におけるリスクの層別化（文献2より改変）

リスク	層別化の指標
低リスク (これらの指標をすべて満たした場合に低リスクと判定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運動中ならびに運動終了後に重篤な不整脈が出現しない</li> <li>● 運動中ならびに運動終了後に狭心痛や他の症状（息切れ、めまいなど）が出現しない</li> <li>● 運動中ならびに運動終了後の血行動態が正常である（運動負荷漸増に伴う心拍数ならびに収縮期血圧の上昇がみられる）</li> <li>● 運動耐容能&gt;7 METs</li> </ul> <p>&lt;心肺運動負荷試験の結果がない場合&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安静時左室駆出率&gt;50%</li> <li>● 合併症を伴わない心筋梗塞ならびに血行再建術後</li> <li>● 安静時に重篤な不整脈が出現しない</li> <li>● 心イベント後ならびに血行再建術後に徴候が出現しない</li> <li>● 心不全がない</li> <li>● 臨床的うつ病がない</li> </ul>
中等度リスク (これらの指標のうち一つでも当てはまる場合に中等度リスクと判定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高強度（7 METs 以上）の運動において狭心痛や他の症状（息切れ、めまいなど）が出現する</li> <li>● 運動中および運動終了後に軽度または中等度の無症候性心筋虚血（ST-segment 低下&lt;2 mm）が出現する</li> <li>● 運動耐容能&lt;5 METs</li> </ul> <p>&lt;心肺運動負荷試験の結果がない場合&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安静時左室駆出率=40~49%</li> </ul>
高リスク (これらの指標のうち一つでも当てはまる場合に高リスクと判定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運動中ならびに運動終了後に重篤な不整脈が出現する</li> <li>● 低強度（5 METs 未満）の運動において狭心痛や他の症状（息切れ、めまいなど）が出現する</li> <li>● 運動中および運動終了後に高度の無症候性心筋虚血（ST-segment 低下<math>\geq</math>2 mm）が出現する</li> <li>● 運動時に異常な血行動態を示す（chronotropic incompetence, 運動負荷漸増に伴う収縮期血圧の上昇がみられない、あるいは低下する場合）</li> </ul> <p>&lt;心肺運動負荷試験の結果がない場合&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安静時左室駆出率&lt;40%</li> <li>● 臨床的心停止の履歴があるもの</li> <li>● 安静時に重篤な不整脈が出現する</li> <li>● 合併症を伴う心筋梗塞ならびに血行再建術後</li> <li>● 心不全がある</li> <li>● 心イベント後ならびに血行再建術後に徴候が出現する</li> <li>● 臨床的うつ病がある</li> </ul>

れ $P<0.05$ ). また, 下肢筋力は30% 未満群で他の3群に比べて有意に低値を示した（それぞれ $P<0.05$ ）.

以上の結果から, 低心機能虚血性心疾患の特性として, LVEF が低下するにつれて左前下行枝病変を有する割合が多くなり, とくにLVEF 40% 未満ではBNP が高値を示し運動療法の進行が遅延することが判明した. さらに, LVEF が30% 未満になると糖尿病を合併する割合が高くなり, 運動療法の進行の遅延に加えて下肢筋力が著明に低下することが認められた.

### III. 症例報告

前述の低心機能を示す虚血性心疾患患者の特性を踏まえて, LVEF が30% 未満であり, 下肢の著しい筋力低下によって運動療法の進行が遅延した冠動脈バイパス術後の症例（56歳, 女性）を呈示する.

#### 1. 現病歴

3カ月前より労作性呼吸困難を自覚し, 徐々に増悪した

ため近医に入院した. 入院後も心不全状態が改善せず, 動脈血酸素飽和度（ $\text{SaO}_2$ ）が60% 台となったため, 気管内挿管による呼吸管理下で北里大学病院救命救急センターに搬送された.

#### 2. 入院時所見

身長150 cm, 体重46.5 kg. 心拍数140/分, 血圧160/98 mmHg. 意識レベルは傾眠傾向（JCS, 10点）で, 頸動脈怒張と下肢の浮腫を認めた. また, 心音はIII音性奔馬調律で全肺野に湿性ラ音を聴取した.

気管内挿管による吸入酸素濃度0.7の酸素投与下で, 動脈血液ガス所見はpH 7.40, 動脈血酸素分圧（ $\text{PaO}_2$ ）171.1 Torr, 動脈血炭酸ガス分圧（ $\text{PaCO}_2$ ）37.5 Torr,  $\text{SaO}_2$  99.2% であり, 血液検査では, 白血球数 $14.3 \times 10^3/\mu\text{l}$ , 赤血球数 $473 \times 10^4/\mu\text{l}$ , ヘモグロビン13.3 g/dl, ヘマトクリット40.3%, 血清総蛋白6.3 g/dl, 総ビリルビン0.8 mg/dl, 尿素窒素16 mg/dl, クレアチニン2.8 mg/dl, クレアチンキナーゼ53 IU/l, 血糖値220 mg/dl, ヘモグロビン  $\text{A}_{1c}$  6.0%,

表2 低心機能虚血性心疾患患者の特性

	左室駆出率			
	≥50%	40-49%	30-39%	<30%
例数 (例)	207	152	91	55
年齢 (歳)	64±10	63±10	63±12	66±10
性別 (男/女, 例)	158/49	130/22	74/17	43/12
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	23.7±3.3	23.4±3.2	23.5±3.4	22.1±3.3**§
疾患名 (%)				
急性心筋梗塞	60	81	73	62
冠動脈バイパス術	36	14	23	33
狭心症	4	5	4	5
責任血管† (%)				
右冠動脈	43	33	32	20
左前下行枝	34	58	62	73
左回旋枝	23	9	6	7
病変枝数 (%)				
1枝	37	41	44	30
2枝	24	31	20	26
3枝	39	28	36	44
BNP (pg/ml)	127.7±148.3	135.8±174.1	235.4±326.2**	354.9±270.7**
冠危険因子の保有率 (%)				
高血圧症	60	57	54	42
糖尿病 <sup>b</sup>	44	38	30	55
高脂血症	48	53	44	44
肥満	29	26	25	20
冠危険因子の保有数 (%)				
保有なし	13	12	18	21
保有1	30	35	36	31
保有2	28	26	27	24
保有3以上	29	27	19	24
100 m 歩行病日 (日)	9.5±4.7	9.9±7.2	12.1±7.8**	14.3±6.0**
在院日数 (日)	27.4±10.1	26.2±9.3	32.6±15.5**	38.4±18.5**§
下肢筋力 (体重比, %)	50.9±14.8	49.5±14.0	51.4±15.2	44.8±10.8**§

平均±標準偏差で示す。

\*: P<0.05 vs. ≥50%, #: P<0.05 vs. 40-49%, §: P<0.05 vs. 30-39%

†:  $\chi^2=37.6$ , P<0.05, <sup>b</sup>:  $\chi^2=42.5$ , P<0.05, BNP: 脳性ナトリウム利尿ペプチド

総コレステロール 220 mg/dl, 中性脂肪 160 mg/dl, 心筋トロポニン T 0.08 ng/dl, BNP 520 pg/ml, C 反応性蛋白 550  $\mu$ g/dl であった。

胸部レントゲン写真では, 心胸郭比 (CTR) 60%, 両側肺門部に血管陰影の増強を認めた。標準 12 誘導心電図では, 心拍数 124/分の洞性頻脈を呈し, V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub> の R 波の減高と II, III, aV<sub>F</sub>, V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub> の ST 低下を認めた。心臓超音波検査では, LVEF 16% で左室壁運動は diffuse hypokinesis を呈し, 左室拡張終期径 57 mm, 左室収縮終期径 50 mm および下大静脈径 18 mm であった。心臓カテーテル検査では, 右冠動脈 segment (seg.) 1 に 100%, 左冠動脈前下行枝 seg. 6 に 90%, 回旋枝 seg. 12 に 90% の狭窄を認めた。なお, 入院後の CTR, LVEF および BNP の経過を図 1 に示す。

### 3. 初期治療

入院時の薬物療法として, 虚血性心疾患および心不全に

対し利尿薬, 硝酸薬および抗凝固薬が処方された。その後は, 急性心不全の改善とともに  $\beta$  遮断薬療法が追加された。急性期の再灌流療法として経皮的血行再建術 (PCI) が試みられたが, 冠動脈の石灰化病変が高度でガイドワイヤーが通過せず不成功に終わった。そこで PCI 施行から 1 週間後に, 右冠動脈には右胃大網動脈, 左前下行枝には左内胸動脈, 左回旋枝には橈骨動脈のグラフトによる冠動脈バイパス術 (CABG) が施行された。

### 4. 運動療法の経過 (図 1)

塩酸ドパミンの投与量が 2  $\mu$ g/kg/min 以下となった術後 5 日目より座位および起立動作を開始した。術後 10 日目には 100 m の病棟歩行が可能となったが, 歩行中は心拍数が上昇し, 息切れや下肢疲労が増大して自覚的運動強度 (RPE) 13 を示した (表 3)。そのため 50 m の歩行でいったん休息をして, 歩行中も一部介助を必要とした。術後 21 日目には 2 回の休息を入れて計 300 m の病棟歩行が可能と

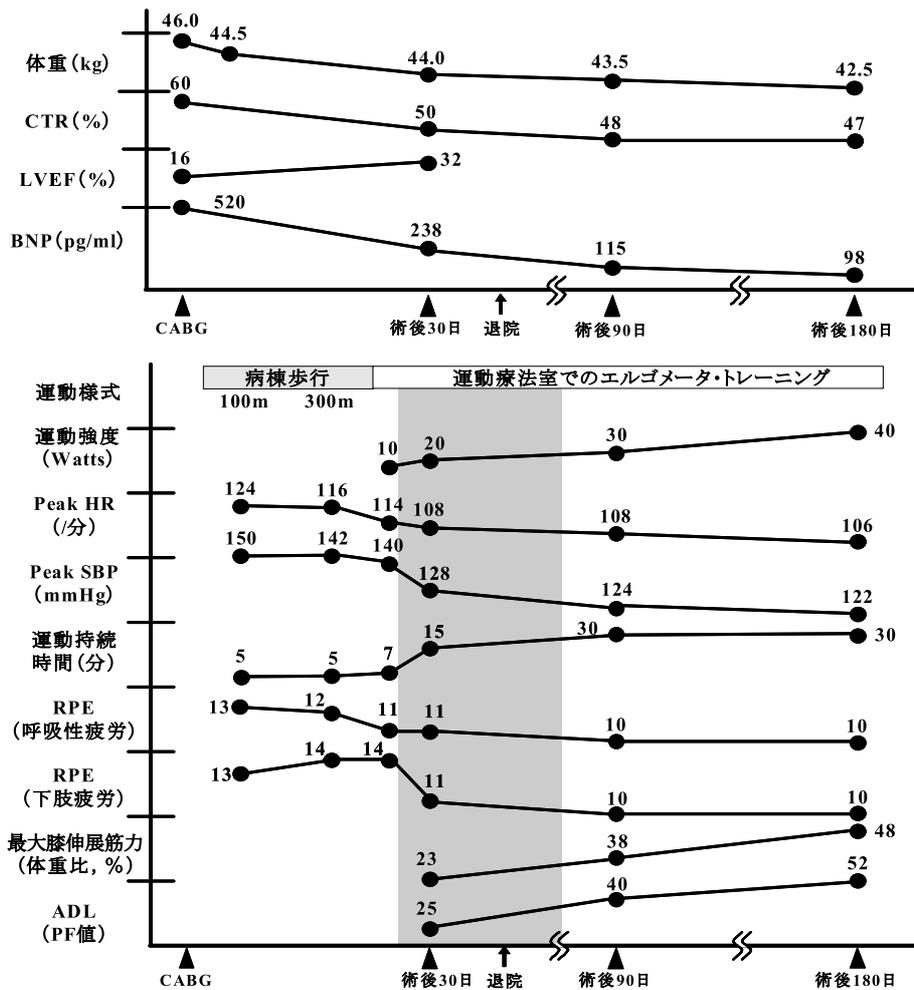


図1 運動療法の経過

■：インターバル・トレーニング導入, CABG：冠動脈バイパス術, CTR：心胸郭比, LVEF：左室駆出率, BNP：脳性ナトリウム利尿ペプチド, Peak HR：最高心拍数, Peak SBP：最高収縮期血圧, RPE：自覚的運動強度 (表3参照), ADL：日常生活活動, PF：physical function (MOS 36-Item Short-Form Health Survey 日本語版 ver. 1.2 の下位項目)

表3 自覚的運動強度 (RPE)

6	
7	非常に楽だ
8	
9	かなり楽だ
10	
11	楽だ
12	
13	ややきつい
14	
15	きつい
16	
17	かなりきつい
18	
19	非常にきつい
20	

なり、術後25日には運動療法室での低負荷強度(10~15 watts)によるエルゴメータ・トレーニングを開始した。この時点で過剰な心拍数の上昇や息切れは減少したが、下肢疲労がより増大(RPE 14)したため運動持続時間は7分と僅かな改善にとどまった。そこで、運動持続時間の延長を図るため、下肢筋力増強を目的としたインターバル・トレーニングを導入した結果(図2)、術後30日目には運動持続時間が15分となり、術後36日目に退院となった。本症例は、薬物療法とCABGの施行により急性心不全の改善が図られたが、患者は運動療法の開始当初に息切れと下肢の疲労を強く訴えた。とくに、下肢疲労の改善が遅れた理由として、入院前から認められた心不全による身体活動量の低下と、入院後の安静に伴うデイコンディショニングに加えて、心機能低下による骨格筋への血流減少が考えられた。しかし、インターバル・トレーニングの導入後は運動持続時間が延長し、それに伴って運動強度を増加することが可能となった。また、運動強度に対する最高心拍数も低下、

A



B

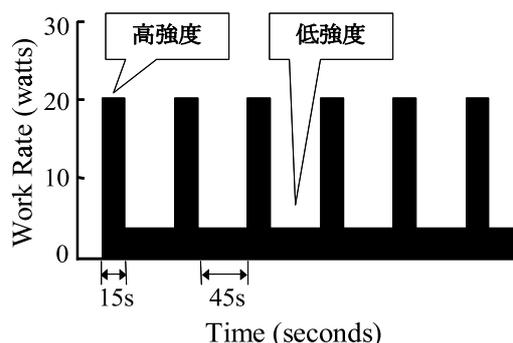


図2 インターバル・トレーニング

A: 実際の風景

背もたれのあるリカレントタイプの自転車エルゴメータを使用し、負荷強度はペダルの回転数に応じて制御可能である。

B: インターバル・トレーニングの負荷強度

1分間を1サイクルとして、20 W (15秒間、60回転)と10 W未滿 (45秒間、30回転)の運動負荷を繰り返し施行した。

すなわち相対的運動強度の低下から疲労感の軽減につながったと考えられた。さらに、術後30日目の最大膝伸展筋力は体重比23%で、90日目には38%、180日目には48%と改善し、このことが退院後の日常生活活動(ADL)の拡大につながったと思われる。

#### IV. 低心機能虚血性心疾患に対する運動療法の留意点

##### 1. 運動療法の適応基準

運動療法が禁忌となるのは、不安定狭心症、心筋炎、重度の大動脈弁狭窄症、重篤な不整脈、重篤な他臓器障害(肝腎疾患など)および急性炎症性疾患などであり、年齢や心機能は禁忌の条件にならないとされる。Coatsら<sup>4)</sup>は、LVEFが平均20%の虚血性心疾患患者に対して8週間の運動療法を実施し、運動持続時間の延長と自律神経活動の改善を認めたと報告している。American Heart Associationの勧告(1994年)では、心不全は運動療法の適応疾患であり<sup>1)</sup>、本邦においても2002年の「心疾患における運動療法に関するガイドライン」によると左室機能不全は運動療法の適応とされている<sup>5)</sup>。ただし、広範囲前壁梗塞でLVEFが40%以下の場合では、回復過程で左室リモデリングを

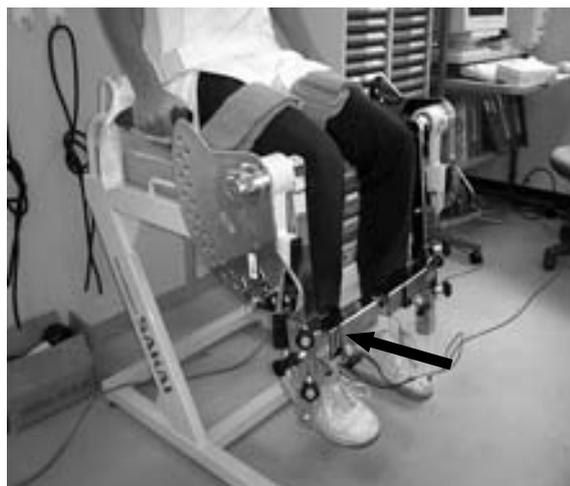


図3 下肢筋力の測定

Hand-held dynamometerを用いた等尺性膝伸展筋力の測定法を示す。矢印で示すように、圧センサー( $\mu$ -tasMT-1, ANIMA)をN-Kテーブルの可動脚に固定し、筋力を測定した。測定肢位は、椅子座位、股関節・膝関節90°屈曲位、上肢下垂位とし、測定時間は1回5秒間、左右各3回測定して、その最大値の平均を解析値とした。

起こす可能性が高くなることから、運動強度を低めに設定する必要性が示されている<sup>5)</sup>。つまり、運動処方が適正な場合は、運動療法そのものが低心機能患者の症状の増悪に関与することはないが、運動中の監視体制(モニタリング)に関しては十分留意する必要がある。

##### 2. 運動機能評価

虚血性心疾患の患者に対して、安全で効果的な運動療法を展開するには運動耐容能の評価が不可欠である。運動耐容能の評価には主に心肺運動負荷試験が用いられ、AACVPRのリスクの層別化でも心肺運動負荷試験の結果が指標として挙げられている(表1)。とくに、安静時のLVEFは最高酸素摂取量を反映しないことが知られており<sup>6)</sup>、呼気ガス分析を併用した運動負荷試験を行うことが望ましいとされる<sup>7)</sup>。ただし、本稿で示したようにLVEF 30%未滿の低心機能患者では下肢筋力が著しく低下していることから、トレッドミルを用いた心肺運動負荷試験では下肢疲労が主な中止基準となり、心肺機能を十分に反映しない可能性がある。

一方、下肢筋力は運動耐容能やADLを規定する重要な因子であり、院内での歩行自立に必要な下肢筋力は体重比で40%以上<sup>8)</sup>、退院後の日常生活に支障をきたさないためには体重比45%以上<sup>9)</sup>、また退院後の復職や軽スポーツを行うためには下肢筋力が体重比で55%以上<sup>10)</sup>が必要であるとされる。低心機能患者ほど下肢筋力が低下することを踏まえると、下肢筋力を客観的に評価し(図3)、運動処方やADL指導に役立てる必要がある。ただし、入院初期に最大筋力を測定することは、過剰な血圧上昇や不整脈を惹起する可能性があり、さらに患者の心理的不安から正確な測定結果が得られない場合がある。このため筆者らは、片脚



図4 片脚立位時間検査

開眼で両手を腰に当てた姿勢を準備姿勢として、①両手または片手が腰から離れる、②挙上した下肢が軸足に触れる、③軸足が移動する、④軸足の足底以外の部分が床や壁に接する、の4つの中止基準のいずれかが生じるまでの時間を測定した。測定下肢の選択は患者の任意とし、60秒を上限として2回測定した。

立位時間から院内歩行の自立に必要な下肢筋力体重比40%を推定できる研究報告を踏まえて<sup>11)</sup>、入院早期の下肢筋力評価に片脚立位時間検査を取り入れている(図4)。

### 3. 運動処方

前述のように、運動処方は心肺運動負荷試験の結果に基づいて行うのが基本であり、本邦では慢性心不全患者に対する運動強度として、心拍予備能(最高心拍数-安静時心拍数)の30~50%(Karvonenの式:目標心拍数=(最高心拍数-安静時心拍数)×k+安静時心拍数,k=0.3~0.5)、呼吸ガス分析による嫌気性代謝閾値(AT)、あるいは最高酸素摂取量の40~60%の強度が提唱されている<sup>5)</sup>。ただし、運動療法の導入初期には心肺運動負荷試験の実施は困難なため、低負荷強度から処方すべきである。とくに、低心機能の患者では低負荷強度であっても交感神経活動の過剰な亢進から血圧が著しく上昇する場合があり、低強度の運動を繰り返し実施するなど段階的に進めていく必要がある<sup>12)</sup>。さらにMeyerらは、低心機能例に対してインターバル・トレーニングの導入を勧めている<sup>13)</sup>。この運動様式は、最大負荷量の50%という高強度運動の間に低強度運動を挟むことによってAT強度の心循環反応に達することなく、AT強度の運動より強い筋活動を得ることができる。本稿の症例報告で示したように、低心機能の患者では下肢筋力が低値であるため、本様式を積極的に取り入れて筋力増強を図るべきである。

### 4. 運動中のモニタリング

AACVPRは、運動療法の導入初期には持続的な心電図モニタリングが必要で、とくにLVEF 40%未満の高リスク

プログラム		W	医師	退院日	目標心拍数	bpm		
/ (病日)	項目	安静時	→				血糖値	前
	血压		運動中の経時的変化					
	心拍数							
	不整脈							後
	自覚的強度							
備考								
/ (病日)	項目	安静時	←				血糖値	前
	血压		同一負荷量における各病日の測定項目の変化					
	心拍数							
	不整脈							後
	自覚的強度							
備考								

北里大学病院 心臓リハビリテーション室

図5 心循環反応のモニタリングにおける記録用紙

患者では心疾患の発症あるいは術後から少なくとも90日間は運動中のモニタリングが必要であると指摘している<sup>2)</sup>。ただし、心電図のモニタリングだけでは運動中の心循環反応を把握することは困難であるため、前述の症例報告で示したように運動強度に対する心拍数やRPEの変化を的確に捉える必要がある。筆者らは、図5に示す記録用紙を作成し、運動負荷量を増加させた時の心循環反応の変動ばかりでなく、同一負荷に対する心拍数やRPEの変化を経時的に捉えて、運動療法プログラムの立案に役立てている。

## V. おわりに

虚血性心疾患患者に対するリハビリテーションの主な目的は再発の予防であり、患者に適切な医学的知識を提供し運動習慣の獲得を推進することである。また、再発に対する不安から抑うつ症状を示す患者が全患者の2割程度に認められ、その症状は入院期ばかりでなく退院後も持続することが知られている<sup>14)</sup>。このため、低心機能虚血性心疾患患者に対しては退院後も長期的な管理が必要であり、運動指導や生活指導ばかりではなく、心理的・社会的側面からの多面的な対応が重要である。

## 文 献

- 1) Balady GJ, Fletcher BJ, Froelicher ES, Hartley LH, Krauss RM, Oberman A, Pollock ML, Taylor CB: Cardiac rehabilitation programs. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. AHA Medical/Scientific Statement. Position Statement. Circulation 1994; 90: 1602-1610
- 2) American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation: Guideline for Cardiac Rehabilitation Programs, 4th Ed, Human Kinetics, Champaign, IL, 2003
- 3) Ryan TJ, Anderson JL, Antman EM, Braniff BA, Brooks NH, Califf RM, Hillis LD, Hiratzka LF, Rapaport E, Riegel BJ, Russell RO, Smith EE Jr, Weaver WD: ACC/AHA guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol 1996; 28: 1328-1428

- 4) Coats AJS, Adamopoulos S, Meyer TE, Conway J, Sleight P: Effects of physical training in chronic heart failure. *Lancet* 1990; **335**: 63-66
- 5) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン(2000-2001年度合同研究班報告): 心疾患における運動療法に関するガイドライン. *Circ J* 2002; **66** (Suppl IV): 1177-1260
- 6) Coats AJS: Heart failure: what causes the symptoms of heart failure? *Heart* 2001; **86**: 574-578
- 7) Koike A, Itoh H, Kato M, Sawada H, Aizawa T, Fu LT, Watanabe H: Prognostic power of ventilatory responses during submaximal exercise in patients with chronic heart disease. *Chest* 2002; **121**: 1581-1588
- 8) 山崎裕司, 長谷川輝美, 横山仁志, 青木詩子, 笠原美千代, 大森圭貢, 平木幸治: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連—運動器疾患のない高齢者を対象として. *総合リハ* 2002; **30**: 747-752
- 9) 神谷健太郎, 松永篤彦, 齋藤正和, 岩松秀樹, 遠原真一, 幸田 誠, 小倉 彩, 岩村貴美, 高橋由実, 笠原西介, 坂本純子, 米澤隆介, 増田 卓, 和泉 徹: 虚血性心疾患患者の下肢筋力と運動耐容能の関係—日常生活の自立に向けた下肢筋力目標値の検討—. *理学療法学* 2003; **30** (Suppl 2): 16
- 10) 松永篤彦, 神谷健太郎, 増田 卓: 入院期心臓リハビリテーションプログラム終了時の虚血性心疾患患者の下肢筋力と運動耐容能の関係. *理学療法ジャーナル* 2003; **37**: 156-162
- 11) 石井 玲, 松永篤彦, 神谷健太郎, 小池朋孝, 横山美佐子, 佐藤春彦, 増田 卓, 和泉 徹: 入院期心疾患患者の歩行自立度判定における片脚立位時間検査の有用性. *呼吸と循環* 2006; **54**: 295-300
- 12) Matsunaga A, Masuda T, Ogura MN, Saitoh M, Kasahara Y, Iwamura T, Yamaoka-Tojo M, Sato K, Izumi T: Adaptation to low-intensity exercise on a cycle ergometer by patients with acute myocardial infarction undergoing phase I cardiac rehabilitation. *Circ J* 2004; **68**: 938-945
- 13) Meyer K, Samek L, Schwaibold M, Westbrook S, Hajric R, Beneke R, Lehmann M, Roskamm H: Interval training in patients with severe chronic heart failure: analysis and recommendations for exercise procedures. *Med Sci Sports Exerc* 1997; **29**: 306-312
- 14) 上脇玲奈, 増田 卓, 松永篤彦, 齋藤正和, 神谷健太郎, 米澤隆介, 坂本純子, 前田智美, 和泉 徹: 合併症を有する心疾患患者に心臓リハビリテーションを施行する際の留意点. *心臓リハビリテーション* 2005; **10**: 178-181