

特集

心血管治療としての心臓リハビリテーション

心肺運動負荷試験(呼気ガス分析)による 運動耐容能・予後予測・運動処方*

中西 道郎¹ 後藤 葉一

心疾患における運動負荷試験の有用性と禁忌

心疾患患者における運動耐容能低下は、QOL悪化の最大の要因であり、生命予後短縮と並ぶ重要な治療上の課題である。したがって、心疾患患者において運動負荷試験により運動耐容能を評価することは、診断・治療・長期管理のいずれの面でも重要である。

運動負荷試験の実施に際しては禁忌症例を知る必要があり、表1に示す。このなかで「コントロールされていない症候性心不全」とは、「肺うっ血や浮腫など体液量がコントロールされていない心不全」および「安静時呼吸困難を呈する心不全」を指す。労作時の呼吸困難は運動負荷試験の禁忌とはならず、むしろ労作時呼吸困難の程度や原因を評価するために有用である。

呼気ガス分析を併用した心肺運動負荷試験

1. 心肺運動負荷試験(CPX)とは

呼気ガス分析を併用した心肺運動負荷試験(cardiopulmonary exercise testing; CPX)は、心血管系、呼吸器系、造血系、神経系、骨格筋系の統合的機能である「細胞呼吸の維持能力」を運動中の呼気ガス分析により評価するもので、労作時呼吸困難の原因精査や、慢性心不全症例の運動耐

表1 運動負荷試験の絶対的禁忌と相対的禁忌

絶対的禁忌	相対的禁忌
<ul style="list-style-type: none"> 急性心筋梗塞症(2日以内) 高リスクの不安定狭心症 症状または血行動態障害を起こすコントロールされていない不整脈 活動性心内膜炎 症候性重症大動脈弁狭窄 コントロールされていない症候性心不全 急性肺塞栓または肺梗塞 運動機能に影響を及ぼすか、運動により悪化するおそれがある急性の非心臓疾患(感染、腎不全、甲状腺中毒症など) 急性心筋炎または心膜炎 安全で適正な検査の実施を妨げられると思われる身体障害 同意が得られない例 	<ul style="list-style-type: none"> 左冠動脈主幹部狭窄またはそれと同等の状態 中等度の狭窄性弁膜症 電解質異常 頻脈性または徐脈性不整脈 心室レートがコントロールされていない心房細動 肥大型心筋症 試験への協力が得られない知的障害 高度房室ブロック

容能、重症度や予後の評価、治療の効果判定、運動療法時の運動処方作成などに有用な検査法である。自転車エルゴメータまたはトレッドミルを用いた漸増式運動負荷法で、酸素摂取量と二酸化炭素排出量を毎呼吸測定する(breath-by-breath法)ことにより、種々の代謝指標を評価する。

* Clinical Applications of Cardiopulmonary Exercise Testing

¹ 国立循環器病研究センター心臓血管内科(〒565-8565 大阪府吹田市藤白台5-7-1) Michio Nakanishi, Yoichi Goto: Department of Cardiovascular Medicine National Cerebral and Cardiovascular Center

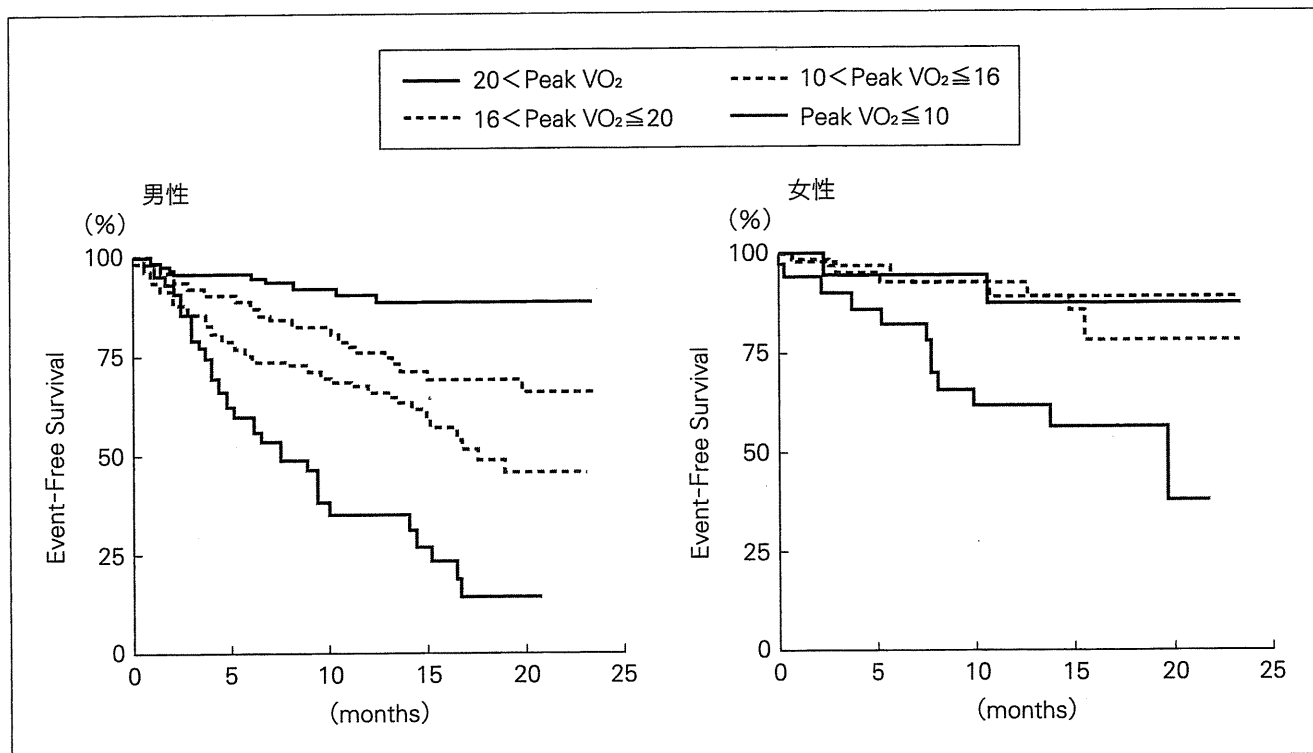


図1 Peak VO₂で4群に分類した慢性心不全症例の男女別複合イベント(全死亡・心臓移植)回避率(文献²⁾より引用)

2. CPXにおける呼気ガス分析値の生理的変化

通常、自転車エルゴメータを用い、1~2分間の無負荷運動(0W)あるいは低レベル定常負荷(10~20 W)でウォーミングアップを行ったのちに、直線的漸増負荷法(Ramp 負荷法)によって10~20 W/分の割合で負荷量を増加させる。連続的心電図モニターを装着し、血圧は1分程度の間隔で頻繁に測定する。

運動強度が増加するにつれて酸素摂取量(VO₂)、二酸化炭素排出量(VCO₂)、分時換気量(VE)は直線的に増加する。骨格筋における嫌気性代謝で乳酸が産生され始めると重炭酸系緩衝作用によりCO₂産生が亢進する結果、VCO₂とVEがVO₂に比し相対的に増加する。この時点を嫌気性代謝閾値(anaerobic threshold; AT)と呼ぶ。

さらに運動強度が増加してCO₂産生が増加すると、代謝性アシドーシス(動脈血HCO₃⁻減少、H⁺増加)をもたらす、これが主に頸動脈小体を刺激してさらに換気が亢進し、VEはVCO₂より速く増加する(呼吸性代償 respiratory compensation; RC)。したがって①VE/VCO₂が増加し始める点、②P_{ET}CO₂(呼気終末二酸化炭素分圧)が

減少し始める点がRC pointである。

負荷にトレッドミルを用いた場合、自転車エルゴメータに比べて、動員される骨格筋群が多く重力に対する負荷が大きいため、peak VO₂は5~10%増加する。

3. 最高酸素摂取量 Peak VO₂

個体の最大運動能を表す最大酸素摂取量(Maximal VO₂)は、「負荷量の増加にもかかわらず、VO₂がもはや増加しなくなった時点のVO₂」と定義されるが、慢性心不全症例ではVO₂がプラトーになるまでは到達困難なことが多いため、直線的漸増負荷法でのVO₂の最高値、すなわち最高酸素摂取量(peak VO₂)が運動耐容能の指標として用いられる。

Fickの式(酸素摂取量VO₂=心拍出量×動静脈酸素較差)により、peak VO₂は最大運動時の心拍出量と動静脈酸素較差の積で表わされる。運動負荷により動静脈酸素較差は、健常者で3~4倍増加する(5 ml/dl→15~20 ml/dl)が、呼吸器系、骨格筋系、血液系疾患では、動静脈酸素較差の増加不良により運動耐容能が低下する。慢性心不全での運動耐容能低下は、主に最大負荷時の心拍出量

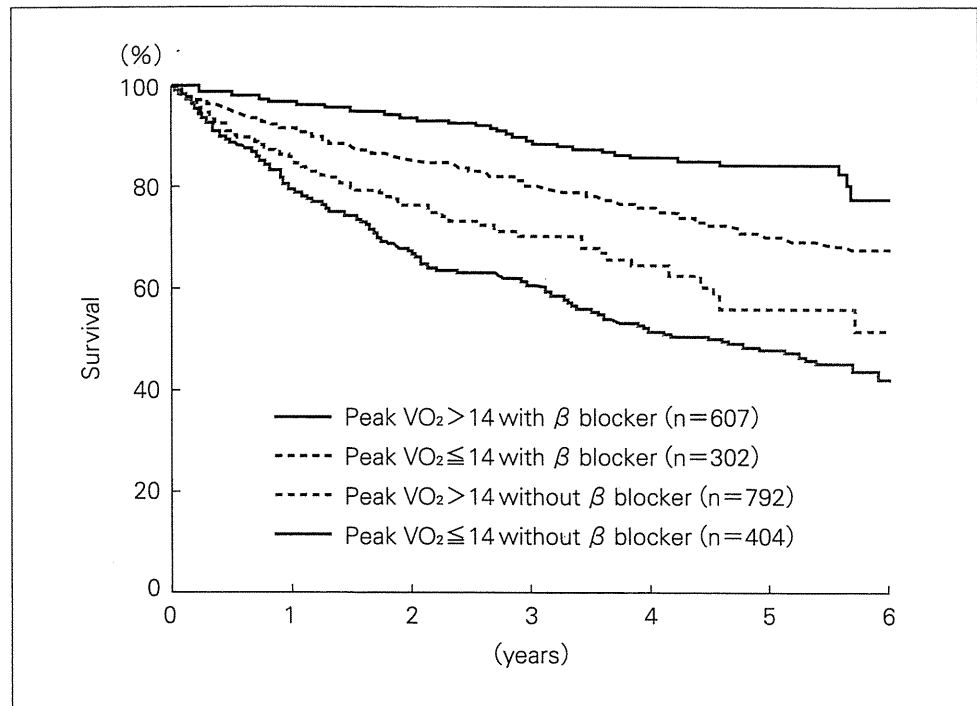


図2 Peak VO_2 値 (14 ml/kg/min) と β 遮断薬内服有無で4群に分類した慢性心不全症例の全死亡回避率(文献⁵⁾より引用)

(一回拍出量×心拍数)の低下によるが、骨格筋機能障害やデコンディショニングを伴う症例では動脈酸素較差の影響も大きくなる。

Peak VO_2 値は最大運動負荷を要するため、被験者のやる気や努力、さらに検者側の運動終点の設定に影響される。被験者の努力を測る指標として、ガス交換比 (respiratory exchange ratio; RER, VCO_2/VO_2 比) が有用であり、peak RER が十分に上昇していない場合の peak VO_2 は過小評価された値となる。そのため検査前には検査目的を十分に説明し、運動中は運動終点の目標として peak RER が少なくとも 1.10 を超えるように、最大努力を続けるよう促す必要がある。

慢性心不全症例において peak VO_2 は、運動耐容能や予後の強力な指標とされる¹⁾。Peak VO_2 (ml/min) は、体格に影響されるため体重で補正した値 (ml/kg/min) で評価することが多く、米国の 2005 年 ACC/AHA ガイドラインでは心臓移植の適応として、peak VO_2 10 ml/kg/min 未満を絶対的適応、 14 ml/kg/min 未満を相対的適応基準の一つとしている。

女性は男性に比べて、筋肉量・ヘモグロビン値・基礎代謝率が低いため、peak VO_2 も低い。Elmariah らは、慢性心不全 594 例において女性

は男性より平均の peak VO_2 が有意に低い (14.0 vs. 16.6 ml/kg/min) にもかかわらず、予後は女性のほうが良好で、peak VO_2 値で4群に分類するといずれの群でも女性は男性より予後良好(図1)であることを示し、女性では心臓移植適応の peak VO_2 基準値を、男性より低めに設定することを提案している²⁾。

β 遮断薬による慢性心不全の予後改善効果は、多くの大規模臨床試験で証明されているが、peak VO_2 値自体は β 遮断薬治療により変化しない³⁾。 β 遮断薬内服群でも非内服群と同様に、peak VO_2 は強力な予後予測因子であるが、peak VO_2 が β 遮断薬内服群と非内服群とで同等であっても、予後は内服群のほうが良好であることが報告されている(図2)^{4,5)}。そのため国際心肺移植学会は移植登録基準を、 β 遮断薬非内服例での 14 ml/kg/min 以下に対して、 β 遮断薬内服例では 12 ml/kg/min 以下と低めに設定している⁶⁾。

このように体格を考慮に入れた peak VO_2 (ml/kg/min) 値でも、性別や β 遮断薬治療有無などの患者背景による影響が大きく、患者背景別の基準値設定が望ましい。日本人における心臓移植適応基準値はなく、今後の検討が必要である。

もう一つの peak VO_2 値として、健常者データ

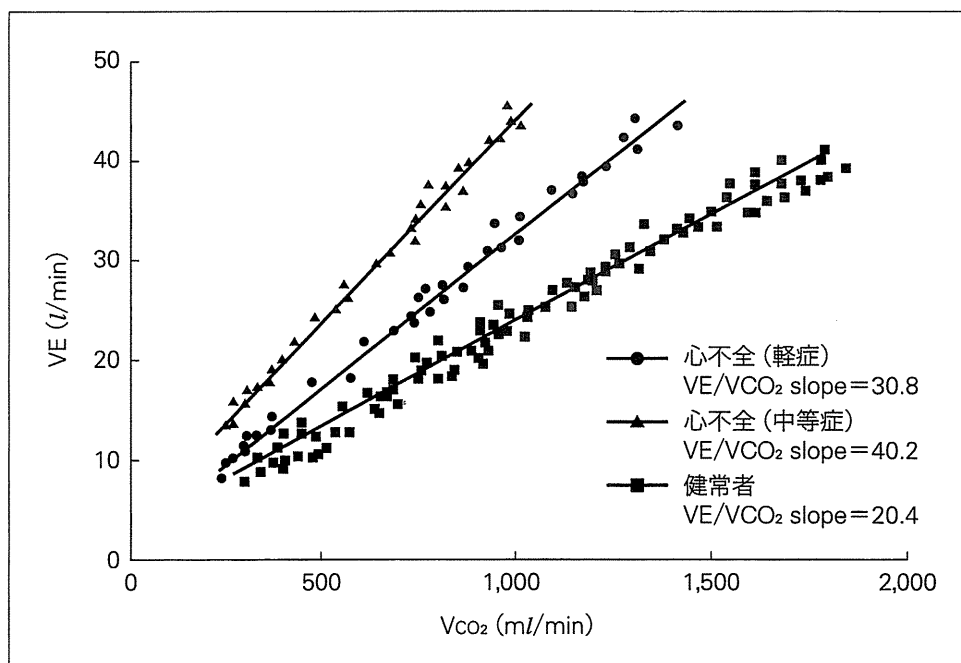


図3 健常者と慢性心不全症例(軽症および中等症)における VE/VCO_2 slope (文献⁹⁾より引用)

をもとに性別・年齢・体重から得られる正常予測値に対する割合で表す方法があり(% predicted 値), 当センターでは65%以上80%未満を軽度運動耐容能低下, 50%以上65%未満を中等度運動耐容能低下, 50%未満を高度運動耐容能低下としている。日本人での正常予測値は下記の公式により求められ, 例えば50歳男性・体重60kgでは1,986 ml/min, 70歳女性・体重40kgでは972 ml/minとなる。

Peak VO_2 正常予測値(ml/min)

男性: 体重 \times (52.1 - 0.38 \times 年齢)

女性: 体重 \times (40.4 - 0.23 \times 年齢)

4. 嫌気性代謝閾値(anaerobic threshold; AT)

嫌気性代謝閾値(AT)とは1964年 Wassermanらが提唱した概念で, 「運動強度を漸増する過程で, 有酸素的代謝によるエネルギー産生が無酸素的代謝によるエネルギー産生により補足され, その結果として筋肉内や血中の乳酸と乳酸/ピルビン酸比の上昇が生じる時点の VO_2 」である⁷⁾。CPXにおいてATは, 以下の方法により求めることができる。①換気当量法: 漸増負荷中に VE/VO_2 が VE/VCO_2 の増加を伴わずに増加し始める時点, ②V-slope法: VCO_2 が VO_2 に比してより大きく増加し始める時点, すなわち

VCO_2 - VO_2 関係直線の傾きの上方への変曲点, ③ガス交換比法: ガス交換比1.0未満で認められるガス交換比曲線の上方への変曲点, ④ $P_{ET}CO_2$ (呼気終末二酸化炭素分圧)が増加せず, $P_{ET}O_2$ (呼気終末酸素分圧)が増加し始める点。ただしこれらの方法が一致せず, 明確にはATを決定できない場合もある。

運動処方において運動強度をATレベルの心拍数とすることがあるが, その長所として, ①代謝性アシドーシスや血中カテコラミン増加など心筋に影響を与える代謝内分泌系変化が生じにくく, 長時間継続しても安全な運動強度であること, ②重症心不全などの高リスク患者においても最大負荷をかけることなく運動処方を決定できることが挙げられる。一方, 短所として, ①呼気ガス分析が必須であること, ②周期性呼吸変動例(後述)などATを決定できない症例が少なくないこと, ③若年・運動耐容能良好な患者にとっては低すぎる運動強度であること, ④ATを超える運動強度で有害事象が増加するという臨床エビデンスが乏しいことが挙げられる。

5. 運動時換気亢進

運動により CO_2 産生が増加すると, 生体はVEを増加させて $PaCO_2$ をほぼ一定のレベル(40 mmHg)に保持しようとする。漸増負荷中の

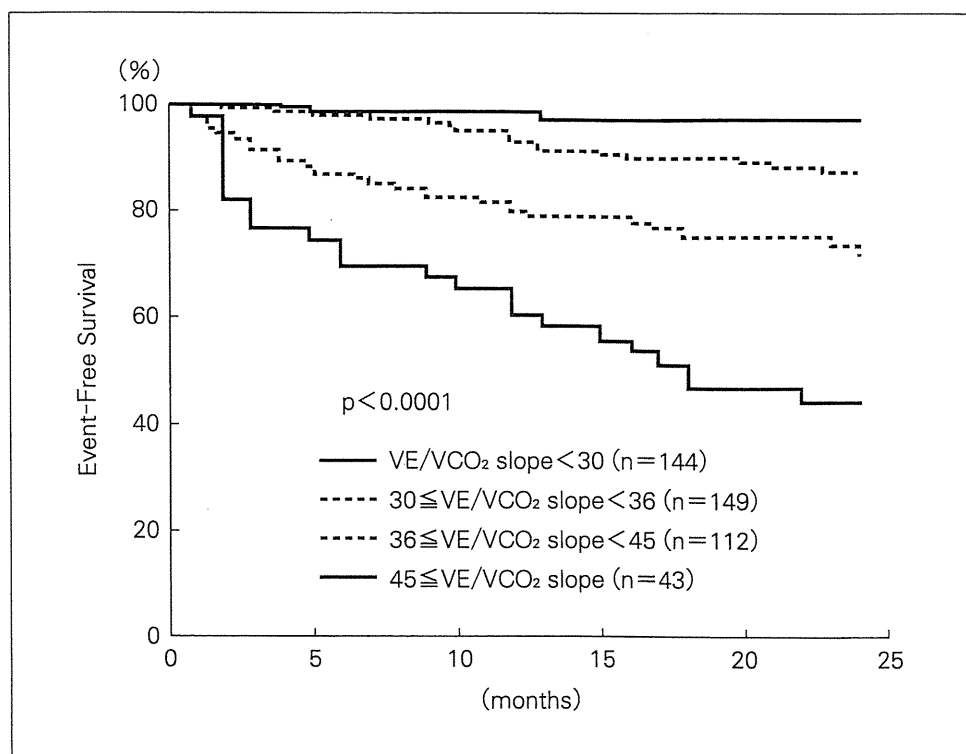


図4 VE/VCO₂ slope で4群に分類した慢性心不全症例の複合イベント(心臓死・心臓移植・左室補助装置装着)回避率(文献¹⁰より引用)

VCO₂ と VE の関係は RC point までほとんど直線関係であり、VCO₂ 増加に対する VE 増加の比 (VE-VCO₂ 関係直線の勾配; VE/VCO₂ slope) は健常者では 30 以下を示すが、心不全症例では重症度とともに上昇し、運動時換気亢進 (exercise hyperventilation) あるいは換気効率低下 (ventilatory inefficiency) と表現され、労作時息切れを自覚する主な原因と考えられている (図 3)^{8,9)}。VE/VCO₂ slope は peak VO₂ と異なり最大運動負荷を要しないため、重症心不全症例でも安全に測定しうる指標である。

運動時換気亢進 (VE/VCO₂ slope 上昇) は、近年慢性心不全症例において peak VO₂ と同等かそれ以上に優れた予後予測指標であることが報告されている^{10,11)}。慢性心不全 448 例を対象とした研究では、slope が上昇するほど予後が不良であり (図 4)、多変量解析で VE/VCO₂ slope は、peak VO₂、NYHA、LVEF より強力な予後予測因子であった¹⁰⁾。また、peak VO₂ 18 ml/kg/min 以上の運動耐容能が比較的保たれた慢性心不全症例においても、VE/VCO₂ slope は優れた予後予測指標となる¹²⁾。VE/VCO₂ slope は、一般に男性より女性で高く加齢とともに上昇するが、予後不良の

カットオフ値は一般に 34 以上としているものが多い¹⁰⁾。

運動時換気亢進が生じる機序として、換気血流不均等 (ventilation-perfusion mismatch) による生理学的死腔増大、呼吸中枢化学受容体の CO₂ 感受性亢進などがある。また、慢性心不全に伴う骨格筋の機能障害や筋線維型の変換により、運動時の代謝産物が増加し、骨格筋からの神経性反射 (ergoreflex) が亢進することも機序の一つとして考えられている。運動時換気亢進は、β遮断薬¹³⁾ や運動療法で改善することが報告されている。

Arzt らは、慢性心不全症例における運動時換気亢進と中枢性睡眠時無呼吸症候群 (C-SAS) の関連を検討し、VE/VCO₂ slope と無呼吸低呼吸指数 (AHI) とに有意な正の相関を認め、C-SAS を有する慢性心不全症例に夜間持続陽圧呼吸療法 (CPAP) を施行後 VE/VCO₂ slope が低下したことを報告し、運動時換気亢進と C-SAS に共通の機序 (CO₂ 感受性亢進など) が関与している可能性を示した^{14,15)}。

6. 運動時周期性呼吸変動

心不全症例において、運動時に VE や VO₂ などの呼気ガス指標が 1 分前後の周期で変動する

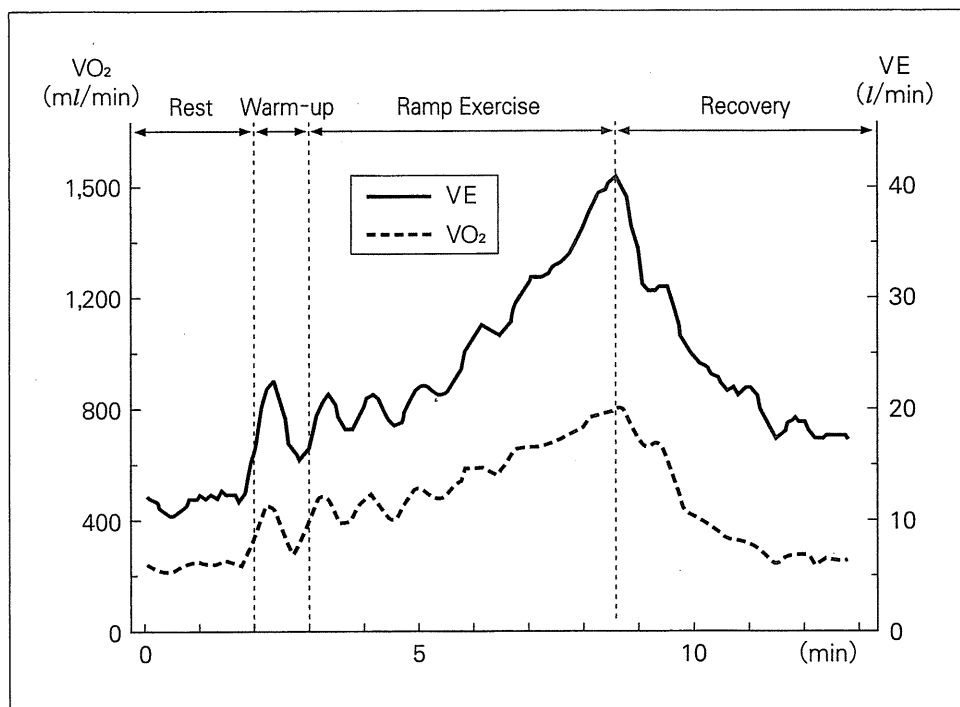


図5 慢性心不全症例(83歳男性, 陳旧性心筋梗塞)で認められた運動時周期性呼吸変動

Cheyne-Stokes 呼吸に類似した現象がみられることがあり, 運動時周期性呼吸変動 (exercise oscillatory ventilation) と呼ばれる。多くの場合, 運動初期から中期に周期変動の振幅は大きく明瞭に観察されるが, 運動中期以降は徐々に減衰または消失する。図5は当センターでCPXを施行された慢性心不全症例(83歳男性, 陳旧性心筋梗塞)で, 運動中期まで持続する周期性呼吸変動を示し, $VE/VCO_2 \text{ slope} = 38.4$ と換気亢進の合併も認めた。

現在のところ振幅や周期の定義が統一されていないため, 運動時周期性呼吸変動の頻度は報告により異なる。Corràらは, 慢性心不全323例の検討で12%に周期性呼吸変動を認め, 認める群は認めない群に比べLVEFやpeak VO_2 が低く, 予後も不良であったことから, 周期性呼吸変動は換気亢進と同様に重症度や予後不良の指標となると報告している¹⁶⁾。

Guazziらは, 運動時換気亢進と周期性呼吸変動との関連を検討し, 周期性呼吸変動を有する慢性心不全症例の55%に換気亢進の合併を認め, 合併例はそれぞれ単独のみ有する症例より予後不良であることを示した¹¹⁾。

また, 周期性呼吸変動とC-SASとの合併を検

討した報告では, 周期性呼吸変動を有する慢性心不全症例のうち93%にC-SAS(AHI>15)を認め, 合併例は単独のみ有する症例より予後不良であった¹⁷⁾。

周期性呼吸変動の出現機序として, 呼吸中枢化学受容体 CO_2 感受性亢進や, 化学受容体への循環遅延(情報伝達遅延)によるフィードバック制御不全など複数の要因が関与していると考えられている。

心不全予後予測指標としてのCPX： 当センターでの検討

1991年のManciniの報告¹⁾以降, peak VO_2 は慢性心不全の強力な予後予測指標であることが知られている。一方, 近年 $VE/VCO_2 \text{ slope}$ が新たなCPX指標として注目され, また血中BNP濃度も簡便で優れた診断指標として繁用されている¹⁸⁾, これらを心不全予後予測指標として直接比較した研究は少ない。当センターに入院した急性心不全症例のうち, 左室駆出率(EF) $\leq 45\%$, 血清クレアチニン $\leq 2.5 \text{ mg/dl}$ で, 安定期にCPXを施行された症例において, 退院後の複合イベント(全死亡+心不全入院)の予測因子を検討した。CPXでの最大ガス交換比(peak RER)が1.05未

表2 複合イベント(全死亡+心不全入院)予測因子

	χ^2	Hazard Ratio(95%CI)	p
Peak VO ₂ (% predicted)	34.4	2.44(1.80-3.37) *	<0.0001
Peak VO ₂ (ml/kg/min)	27.5	2.43(1.72-3.51) *	<0.0001
VE/VCO ₂ slope	15.5	1.64(1.30-2.02)	<0.0001
Plasma BNP	15.1	1.66(1.30-2.08)	<0.0001
LVDd	12.2	1.67(1.25-2.21)	0.0005
Hemoglobin	10.6	1.60(1.21-2.24) *	<0.005
LVDs	10.4	1.61(1.20-2.14)	<0.005
Serum Creatinine	9.3	1.51(1.17-1.91)	<0.005
Serum Sodium	7.4	1.46(1.12-1.89) *	<0.01
LAD	6.9	1.47(1.10-1.94)	<0.01
LVEF	6.4	1.47(1.09-2.02) *	<0.05

Hazard Ratio: per 1-SD increase (*per 1-SD decrease). BNP: B-type natriuretic peptide, LVDd:left ventricular enddiastolic diameter, LVDs:left ventricular endsystolic diameter, LAD:left atrial diameter, LVEF:left ventricular ejection fraction, CI: confidence interval.

満の症例は負荷不十分として除外した。

患者は167症例、年齢 61 ± 14 歳、男性84%、EF $27 \pm 8\%$ 、BNP 286 ± 254 pg/ml、 β 遮断薬内服率92%、CPXにおいてpeak RER 1.27 ± 0.13 、peak VO₂ 17.3 ± 4.6 ml/kg/min(% predicted 値: $62 \pm 15\%$)、VE/VCO₂ slope 34.3 ± 7.6 であった。追跡期間中(平均38カ月)に複合イベントを51人に認めた。

Cox 比例ハザード解析による1標準偏差あたりのハザード比と χ^2 を表2に示す。Peak VO₂の2種類の値、特に% predicted 値が最も強力な予測因子であり、続いてVE/VCO₂ slopeと血中BNP濃度が優れた指標であった。

近年peak VO₂より、VE/VCO₂ slopeのほうが予後予測因子として強力であるとの報告があるが^{10,11)}、これらの研究での平均peak RERは1.02~1.08と低値である。Mezzaniらは、peak VO₂が10 ml/kg/min未満の症例で、peak RER<1.15の症例は、peak RER ≥ 1.15 の症例に比べ、予後良好であると報告しており¹⁹⁾、peak RER低値(負荷不十分)時のpeak VO₂値は、予後を十分に予測しないと考えられる。

慢性心不全における β 遮断薬療法が一般化し、血中BNP濃度など簡便で優れた指標が有用となった現在においても、十分な負荷が得られた場合のpeak VO₂は、最も強力な予後予測指標であることが示された。

心臓リハビリテーションにおけるCPXの活用

1. 慢性心不全症例の運動療法

近年、急性心筋梗塞後や慢性心不全に対する心臓リハビリテーションの有効性が広く認知され始めているが、運動処方においてもCPXは有用な検査法である。特に慢性心不全症例は原因疾患や重症度が多様であるため、臨床所見やCPXデータに基づいて決定した運動処方に従って個別に運動メニューを作成し、慎重に運動療法を実施する。原則として心電図モニターを用いた監視下運動療法から開始し、安全性が確認されたのち非監視下在宅運動療法に移行する。

2. 開始初期から安定期

低強度・短時間の運動(歩行50~70 m/分 $\times 5 \sim 10$ 分間、あるいは自転車エルゴメータ10~20 W $\times 5 \sim 10$ 分間)を1日1~2回で開始する。運動の頻度は重症例で週3日、軽症例で週5日程度とする。問題がなければ、1回の持続時間を延長し、その後運動強度を増やし、自覚症状や身体所見を目安にして1カ月程度かけて徐々に時間と強度を増量する。安定期には20~30分の運動を2回繰り返すなど、合計1日40~60分とする。推奨される運動は、歩行、自転車エルゴメータ、軽いエアロビクス体操などで、筋力低下が著しい症例では等尺性運動のレジスタンストレーニングも低強度で行うと、運動耐容能およびQOL改善に有効

表3 慢性心不全症例における運動強度の決定方法

a) 最高酸素摂取量(Peak VO ₂)の40~60%レベル, または嫌気性代謝閾値(AT)レベルの心拍数(HR)
b) 心拍数予備能(HR reserve)の30~50%(Karvonenの式でk=0.3~0.5), または最大HRの50~70%
Karvonenの式: 安静時HR + (最高HR - 安静時HR) × k
軽症(NYHA I~II)ではk=0.4~0.5
中等症~重症(NYHA III)ではk=0.3~0.4
c) 自覚的運動強度(Borg指数): 11(楽である)~13(ややきつい)のレベル

である。

初期1カ月間は毎週医師が面接を行い、運動量が適切かどうかを評価する。自覚症状悪化、体重増加傾向、心拍数増加傾向、BNP上昇傾向などは、運動量が過大であることを示唆する所見である。導入1~2週間後に一過性に心不全が増悪することがあるが、多くの場合、水分制限や利尿薬の一次的増量、運動量の一時減量で対処可能である。

3. 安定期から維持期

運動処方のため、導入1~2週間ほどの運動に慣れてきた時点でCPXを施行するが、CPXデータのみではなく、自覚症状、左室機能、血中BNP濃度の推移、投薬内容など、重症度や臨床背景も考慮に入れて、表3のとおり運動強度を決定する。重症例では周期性呼吸変動のためAT決定が困難な場合がある。心房細動やペースメーカー調律の症例では、目標心拍数を決定するのが困難なため、自覚的運動強度でBorg指数6~20のスコアのうち11~13のレベルとする。

1カ月経過後は、軽症安定例では在宅運動療法に移行可能であるが、重症例では安全確保とコンプライアンス維持の観点から、週1回程度の外来通院型監視下運動療法との併用が望ましい。体重や血圧を毎日測定し記録するよう指導することは、運動療法を安全に施行するうえでも有用である。

心不全症例では運動に対する心拍数反応が低下しており、また多くの症例でβ遮断薬が導入・増量されるため、3~6カ月の時点でCPXを再検し、運動療法の効果の評価と運動処方の見直しを行う。検査結果や運動療法の効果を患者に伝えることは、モチベーションや自己管理意識を高める

のに有用である。6カ月以降は維持期として、安定した運動療法を継続することにより良好な体調の維持に努めるよう指導する。

4. 他の心疾患に対する運動処方

早期再灌流に成功した急性心筋梗塞、心機能の良好な開心術後症例などでの運動処方は、ATレベルでは運動強度が低すぎる場合が多く、心拍数予備能の50~60%(k=0.5~0.6)か、peak VO₂の60~70%レベルの心拍数が望ましい。

5. 学習指導とカウンセリング

心疾患に対する心臓リハビリテーションの目的には、運動耐容能やQOLの改善だけでなく、再入院予防や長期予後改善も含まれるため、疾患に関する正しい知識、再発予防に向けた生活習慣の改善、日常生活での活動許容範囲などについて、本人および家族に十分教育する。定期的に個人面談を実施し、社会復帰や職場復帰へのアドバイス、不安やうつ状態などについての相談を行うことも重要である^{20,21)}。

おわりに

心疾患に対するCPXは、運動耐容能の評価のみならず、予後の予測、運動療法における運動処方に有用な検査であるが、現状では心疾患診療に十分活用されているとは言い難い。その理由として、有用性が十分認知されていない、最大運動負荷をかけることに対する不安が強い、トレッドミル負荷心電図検査に比べて多くの情報が得られるにもかかわらず、診療報酬点数が同等(800点)に設定されていたこと(平成22年4月から900点に改定)などが挙げられる。今後CPXの有用性が広く認知され、心臓リハビリテーションの普及とともに、心疾患の診療現場において広く活用され

ることが期待される。

文 献

- 1) Mancini DM, Eisen H, Kussmaul W, et al: Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 83:778-786, 1991
- 2) Elmariah S, Goldberg LR, Allen MT, et al: Effects of gender on peak oxygen consumption and the timing of cardiac transplantation. *J Am Coll Cardiol* 47:2237-2242, 2006
- 3) Gullestad L, Manhenke C, Aarsland T, et al: Effect of metoprolol CR/XL on exercise tolerance in chronic heart failure—a substudy to the MERIT-HF trial. *Eur J Heart Fail* 3:463-468, 2001
- 4) Zugck C, Haunstetter A, Krüger C, et al: Impact of beta-blocker treatment on the prognostic value of currently used risk predictors in congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 39:1615-1622, 2002
- 5) O'Neill JO, Young JB, Pothier CE, et al: Peak oxygen consumption as a predictor of death in patients with heart failure receiving beta-blockers. *Circulation* 111:2313-2318, 2005
- 6) Mehra MR, Kobashigawa J, Starling R, et al: Listing criteria for heart transplantation: International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines for the care of cardiac transplant candidates—2006. *J Heart Lung Transplant* 25:1024-1042, 2006
- 7) Wasserman K, McIlroy MB: Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol* 14:844-852, 1964
- 8) Chua TP, Ponikowski P, Harrington D, et al: Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 29:1585-1590, 1997
- 9) Ingle L: Theoretical rationale and practical recommendations for cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 12:12-22, 2007
- 10) Arena R, Myers J, Abella J, et al: Development of a ventilatory classification system in patients with heart failure. *Circulation* 115:2410-2417, 2007
- 11) Guazzi M, Arena R, Ascione A, et al: Exercise oscillatory breathing and increased ventilation to carbon dioxide production slope in heart failure: an unfavorable combination with high prognostic value. *Am Heart J* 153:859-867, 2007
- 12) Ponikowski P, Francis DP, Piepoli MF, et al: Enhanced ventilatory response to exercise in patients with chronic heart failure and preserved exercise tolerance: marker of abnormal cardiorespiratory reflex control and predictor of poor prognosis. *Circulation* 103:967-972, 2001
- 13) Agostoni P, Guazzi M, Bussotti M, et al: Carvedilol reduces the inappropriate increase of ventilation during exercise in heart failure patients. *Chest* 122:2062-2067, 2002
- 14) Arzt M, Harth M, Luchner A, et al: Enhanced ventilatory response to exercise in patients with chronic heart failure and central sleep apnea. *Circulation* 107:1998-2003, 2003
- 15) Arzt M, Schulz M, Wensel R, et al: Nocturnal positive airway pressure improves ventilatory efficiency during exercise in patients with chronic heart failure. *Chest* 127:794-802, 2005
- 16) Corrà U, Giordano A, Bosimini E, et al: Oscillatory ventilation during exercise in patients with chronic heart failure: clinical correlates and prognostic implications. *Chest* 121:1572-1580, 2002
- 17) Corrà U, Pistono M, Mezzani A, et al: Sleep and exertional periodic breathing in chronic heart failure: prognostic importance and interdependence. *Circulation* 113:44-50, 2006
- 18) Anand IS, Fisher LD, Chiang YT, et al; Val-HeFT Investigators: Changes in brain natriuretic peptide and norepinephrine over time and mortality and morbidity in the Valsartan Heart Failure Trial (Val-HeFT). *Circulation* 107:1278-1283, 2003
- 19) Mezzani A, Corrà U, Bosimini E, et al: Contribution of peak respiratory exchange ratio to peak VO_2 prognostic reliability in patients with chronic heart failure and severely reduced exercise capacity. *Am Heart J* 145:1102-1107, 2003
- 20) 野原隆司, 安達 仁, 伊藤春樹, 他: 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン(2007年改訂版)(2006年度合同研究班報告), 日本循環器学会ホームページ
- 21) Piña IL, Apstein CS, Balady GJ, et al: American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 107:1210-1225, 2003

特集 心血管治療としての心臓リハビリテーション

序 文*

後藤 葉一¹

約40年前に急性心筋梗塞患者の早期離床と安全な退院を目指す補完的医療として開始された心臓リハビリテーション(心臓リハビリ)は、今日では、動脈硬化性疾患や慢性心不全のQOL・長期予後改善において標準的薬物治療に匹敵する効果が示され、主要な心血管治療法の1つとして期待される状況になっている。しかし、心臓リハビリを新しい心血管治療と考えるなら、長期予後改善効果と安全性のエビデンスが示され、病態に応じた最適プログラムが提供され、他の治療法(薬物・カテーテル治療・デバイス・手術)との併用が可能であり、全国どこでも利用できる体制が整備されている必要がある。

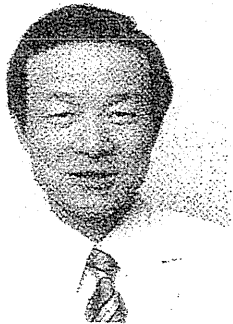
本特集ではこのような観点から、わが国において心臓リハビリが心血管治療として是認され、広く普及するための必要十分条件を念頭に置いた構成とした。まず、心臓リハビリ・運動療法の有効性の根幹であるプラーク安定化作用と血管保護作用について、西谷美帆先生に最近の動向を解説していただいた。次に最近注目されている慢性心不全に対する運動療法について、エビデンスから実際の進め方までを牧田茂先生に解説していただいた。次いで、最近急速に増加しているICD・

CRT-D装着後患者の心臓リハビリ・運動療法の有効性と実施上の注意点について安達仁先生に、また心臓リハビリ・運動療法における基本的検査法である心肺運動負荷試験(CPX)の意義と活用方法について中西道郎先生に解説していただいた。後半では心臓リハビリの運営や将来展望をテーマとして、まず新規立ち上げと運営・チーム作りについて、長山雅俊先生に解説していただいた。さらに、近年注目されている虚血性心疾患や慢性心不全の疾病管理プログラムとしての心臓リハビリの役割について、眞茅みゆき先生に概説していただいた。最後にわが国における心臓リハビリの実態と今後の課題について上月正博先生に述べていただいた。

全体として、心疾患診療における心臓リハビリの有用性に関する学術的側面と診療現場での実践・普及に関する社会的側面の両者について、現在の到達点と課題を読者の皆様にお伝えできる内容となったと自負している。本特集により、読者の皆様の心臓リハビリに対する理解が深まり、ひいてはわが国における「心血管治療としての心臓リハビリ」の普及と発展につながれば幸いである。

* Cardiac Rehabilitation: Essential treatment for cardiovascular disease

¹ 国立循環器病研究センター心臓血管内科(〒565-8565 大阪府吹田市藤白台5-7-1) Yoichi Goto: Department of Cardiovascular Medicine, National Cerebral and Cardiovascular Center



心血管治療としての心臓リハビリテーション

国立循環器病研究センター心臓血管内科
後藤 葉一

このたび、第 17 回日本心臓リハビリテーション学会学術集会を 2011 年 7 月 16 日(土)・17 日(日)に、大阪国際会議場において開催させていただきます。心臓リハビリというと、心疾患患者の身体機能回復訓練・運動療法と考える人が多いようですが、実はそうではありません。

欧米では 1950 年代以前の急性心筋梗塞(AMI)患者の治療は、8 週間にも及ぶベッド上安静が主体でした。その結果、患者の身体デコンディショニング(長期臥床により生じる運動耐容能低下・心拍血圧調節異常・骨格筋廃用性萎縮・骨粗鬆症などの身体機能調節障害)が高度で、合併症併発(肺塞栓症や無気肺)が高頻度でした。1960 年頃から入院中の心臓リハビリが盛んになり、1970 年代には入院期間が 2 週間程度に短縮し、退院後の外来通院型心臓リハビリが行われるようになりました。

1960 年代の心臓リハビリの目的は、AMI 患者の身体デコンディショニングを是正し、運動耐容能を向上させ社会復帰を早めることでした。しかし、その後 1980～90 年代にかけて、心臓リハビリが虚血性心疾患患者の身体デコンディショニングの是正だけでなく、冠危険因子、生活の質(QOL)、長期予後をも改善する効果を有することが明らかにされました。特に、心臓リハビリ実施により得られる 20～25%の死亡率の低下は、標準治療薬であるアンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害薬や β 遮断薬の予後改善効果に匹敵するものです。

また安定狭心症患者では、心臓リハビリ・運動療法により運動耐容能が改善し狭心症発作回数が減少すること、冠動脈インターベンション後患者では運動耐容能・QOL が改善し再入院率が低下すること、心臓術後患者では運動耐容能・QOL が改善し、職場復帰率が向上することが示されています。さらに心不全患者に対して過去には安静臥床が推奨されてきましたが、近年では、慢性心不全に対する心臓リハビリ・運動療法が自覚症状や運動耐容能を改善するだけで

なく、心事故回避率や生存率をも改善することが報告されています。

これら多岐にわたる有効性の機序として、冠危険因子の改善のみならず、運動療法の抗動脈硬化作用、抗虚血作用、抗炎症作用、血管内皮機能改善効果、骨格筋代謝改善効果、自律神経機能改善効果などが挙げられています。すなわち、心臓リハビリは実は、単純な「身体機能回復訓練・運動療法」ではなく、「多面的効果(pleiotropic effects)を有する先進的心血管治療法」であると考えられるようになりました。この結果、以前は心臓リハビリの目標は「長期臥床による身体機能低下からの回復」でしたが、近年は主目標が「再発予防と長期予後改善」に移っています。

現在わが国では、「心大血管疾患リハビリテーション料」の対象疾患として、急性心筋梗塞、狭心症、大血管疾患、慢性心不全、末梢動脈閉塞性疾患が承認されています。しかし在院日数が短縮し病院滞在型心臓リハビリの実施が困難となる一方で、外来型心臓リハビリの普及はきわめて遅れており、循環器専門医研修指定病院においてさえ外来型心臓リハビリ実施率は 21% にすぎません。

今回の学術集会では、「心血管治療としての心臓リハビリ」をメインテーマとし、多数の企画を用意しました。特に、心臓リハビリが標準的心血管治療として広く活用されるために、他の治療法(薬物・カテーテル治療・デバイス・手術)との併用・協調をめざして、「心臓リハビリ学会・冠疾患学会・心血管インターベンション治療学会ジョイントシンポジウム」や国際シンポジウム、さらに教育セッション、ハウツーセッションなどを企画しました(詳細は、学術集会ホームページ：<http://jacr17.umin.jp> をご参照下さい)。これらの企画が、わが国の心臓リハビリと心血管治療の質を高めることにより、わが国における心血管疾患患者の QOL と長期予後の改善につながれば望外の喜びです。多数の皆様のご参加をお待ちしています。

講演会ノート

第1回大津心筋梗塞ネットワーク研究会学術講演会 平成23年10月20日(木) 午後7時～ 琵琶湖ホテル

急性心筋梗塞後の外来心臓リハビリテーションと地域連携パス



国立循環器研究センター
循環器病リハビリテーション部・心臓血管内科

部長 後藤 葉一

1. 心臓リハビリテーションとは

(1) 心臓リハビリテーションの定義

心臓リハビリテーション（心臓リハビリ）とは、「心疾患患者の最適な身体的、心理的、社会的状態を回復および維持し、基礎にある動脈硬化の進行を抑制し、さらに罹病率と死亡率を低下させることをめざす多面的介入」をさす⁽¹⁻⁴⁾。言い換えると、心臓リハビリとは、1) 身体的・精神的デコンディショニング（長期臥床の結果生じる運動耐容能低下・心拍血圧調節異常・骨格筋廃用性萎縮・骨粗鬆症などの身体機能調節障害）の是正（体力回復）、2) 冠危険因子是正と二次予防（再発防止）、3) 良質な社会生活援助と生活の質（QOL）向上（快適な生活）、を目標として、これらを実現するために、①運動療法、②患者教育、③カウンセリング、という3つの構成要素を実施する心疾患の包括的管理プログラムである。

心臓リハビリは、その実施時期により「急性期（第Ⅰ期phase I）」、「回復期（第Ⅱ期phase II）」、「維持期（第Ⅲ期phase III）」の3つの時期に分類され、回復期はさらに回復期早期と回復期後期に分けられる(図1)⁽⁴⁾。近年では、プライマリー冠動脈インターベンション（PCI）の普及による臥床期間短縮に伴う身体デコンディショニング軽症化、および医療経

図1：急性心筋梗塞症の心臓リハビリテーションの時期的区分

時期区分	急性期 (Phase I)	回復期 (Phase II)		維持期 (Phase III)
		回復期早期 (Early Phase II)	回復期後期 (Late Phase II)	
リハビリの形態	入院監視下 (CCU または病棟)	入院監視下 (リハビリ室) ~ 外来監視下	外来監視下 ~ 在宅非監視下	地域施設監視下 ~ 在宅非監視下
リハビリの内容	<ul style="list-style-type: none"> 急性期合併症の監視・治療 段階的身体動作負荷 心理サポート 動機づけ 	<ul style="list-style-type: none"> 予後リスク評価 運動耐容能評価 運動療法 教育・生活指導 カウンセリング 	<ul style="list-style-type: none"> 運動療法 二次予防 	<ul style="list-style-type: none"> 運動療法 二次予防
リハビリの目標	身の回りの活動	退院・家庭復帰	社会復帰・復職	生涯にわたる快適な生活の維持
1970~80年代	発症後約2週間	3~8週間	2~6ヶ月	6ヶ月以降
2000年代	発症後4~7日以内	5日~4週間	2~6ヶ月	6ヶ月以降

済的理由による在院日数短縮、の結果、入院中に実施される急性期（Phase I）心臓リハビリの期間が大幅に短縮し、心臓リハビリの主体は回復期（Phase II）にシフトしている。

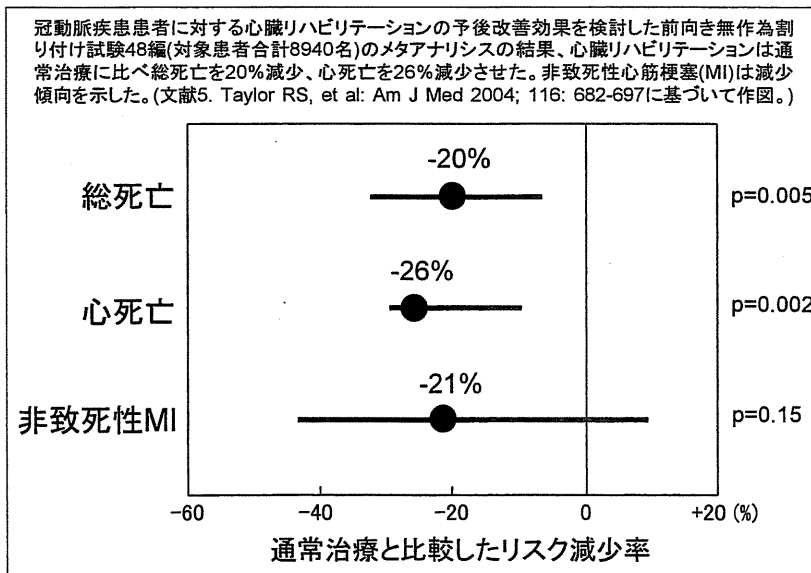
(2) 心臓リハビリテーションの概念の変遷

欧米では1950年代以前には、急性心筋梗塞(AMI)患者の治療は8週間にも及ぶベッド上安静が主体であった。その結果、患者の身体デコンディショニングが高度で、合併症併発（肺塞栓症や無気肺）の頻度が高かった。1950年代から早期離床の試みが始まり、1960年代には入院中の心臓リハビリが盛んになった。当時の心臓リハビリの目的は、長期臥床により生じたAMI患者の身体デコンディショニングを是正し、運動耐容能を向上させ退院・社会復帰を

表1：虚血性心疾患に対する心臓リハビリテーション／運動療法の効果

A. 患者アウトカムに対する効果（患者にとって有益な効果）	
1)	運動耐容能改善
2)	狭心症症状の軽減
3)	心理的側面への効果：不安・抑うつ・QOL改善
4)	虚血性心疾患の長期予後改善：生命予後改善（心血管死亡・総死亡率低下）、狭心症・PCI後の心事故減少（虚血性心疾患再入院・再血行再建）
B. 生物学的効果（患者にとって直接の利益はないが生物学的に好ましいと考えられる効果）	
1)	冠危険因子の是正（血中脂質、耐糖能、血圧、肥満）
2)	心臓への効果
a)	左室機能：安静時左室駆出率不変または軽度改善、運動時心拍出量増加反応改善、左室拡張早期機能改善
b)	冠循環：冠動脈内皮機能改善、運動時心筋灌流改善、冠側副血行路増加
c)	左室リモデリング：悪化させない（むしろ抑制）、BNP低下
3)	末梢効果
a)	骨格筋：筋量増加、筋力増加、好氣的代謝改善、抗酸化酵素発現増加
b)	呼吸筋：機能改善
c)	血管内皮：内皮依存性血管拡張反応改善、一酸化窒素合成酵素（eNOS）発現増加
4)	血液所見
a)	炎症マーカー：炎症性サイトカイン（TNF α ）低下、CRP低下
a)	血液凝固線溶系：改善
5)	自律神経
a)	自律神経機能：交感神経活性抑制、副交感神経活性増大、心拍変動改善
b)	換気応答：改善、呼吸中枢CO ₂ 感受性改善

図2：冠動脈疾患患者に対する心臓リハビリテーションの予後改善効果



早めることであった。

しかし、その後1980～90年代にかけて、退院後に外来で実施する心臓リハビリが冠危険因子、QOL、長期予後を改善する効果を有することが明らかにされ、心臓リハビリの概念が大きく変化した。すなわち、以前には「早期離床と社会復帰をめざす補完的医療」であった心臓リハビリが、現在では「長期予後とQOLを改善させる心血管疾患治療法」の1つ

と認識されるようになった⁽⁴⁾。

2. 心臓リハビリテーションの有効性のエビデンス

運動療法を主体とする心臓リハビリが虚血性心疾患患者の運動耐容能（最高酸素摂取量 peak VO₂）を15～30%増加させ、血圧・脂質プロファイル・耐糖能などの冠危険因子を改善し、QOLを向上させ、長期予後を改善することがすでにエビデンスとして示されている⁽¹⁻⁴⁾（表1）。

特に長期予後に関しては、Taylorら⁽⁵⁾は48編の無作為割り付け試験における8,940例を対象としたメタ解析において、運動療法を主体とし

た心臓リハビリにより虚血性心疾患患者の総死亡率が通常治療と比較して20%（p=0.005）低下し、心死亡率が26%（p=0.002）低下することを報告している（図2）。この20～26%の死亡率の低下は、AMI後の標準治療薬であるアンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害薬や β 遮断薬の予後改善効果に匹敵するものである。またPCI後患者に対する外来心臓リハビリの予後改善効果も報告されている⁽⁶⁾。

表2：心臓リハビリテーションにおける運動処方（文献1より）

- (1) 【運動の種類】：好氣的持久運動（歩行、自転車エルゴメータ、エアロビクス体操）を基本とし、軽いレジスタンス運動を追加
 - (2) 【運動強度】：中等強度が基本
 - A. 心拍数予備能（=最高HR-安静時HR）の40~60%のレベル
 Karvonenの式： $[\text{最高HR} - \text{安静時HR}] \times k + \text{安静時HR}$
 k：通常（合併症のない若年AMIなど）0.6、高リスク例では0.4~0.5、心不全は0.3~0.5
 - B. 嫌気性代謝（AT）レベル、またはpeak VO2 40~60%の心拍数
 - C. 自覚的運動強度（Borg指数）：12~13「ややきつい」かその手前」のレベル
 - D. 簡便法：安静時HR+30拍/分（β遮断薬投与例は安静時+20拍/分）
 - (3) 【運動持続時間】：安定期には30~60分をめざす。10分×2回/日から開始、20~30分×2回/日まで徐々に増加させる
 - (4) 【頻度】：3~7回/週（冠危険因子多数保有例では週5~7回、重症心不全例では週3回）
 - (5) 【運動処方における注意点】
 - a) 高リスク患者では運動強度を低くする：①低左室機能（LVEF<40%）、②左前下行枝の閉塞持続（再灌流不成功）例、③重症3枝病変、④高齢者（≥70歳）
 - b) 運動量漸増の考え方：低強度短時間運動から開始し、徐々に増量してゆく。
 - c) 運動処方内容の見直し：定期的（初期は1週間、安定期は1~3ヶ月ごと）に運動処方を見直す
- ※HR：心拍数、AMI：急性心筋梗塞、AT：嫌気性代謝閾値、peak VO2：最高酸素摂取量、LVEF：左室駆出率

これら多岐にわたる有効性の機序として、冠危険因子の改善のみならず、運動療法の抗動脈硬化作用、抗虚血作用、抗炎症作用、血管内皮機能改善効果、骨格筋代謝改善効果、自律神経機能改善効果などが挙げられている^(1,3)。

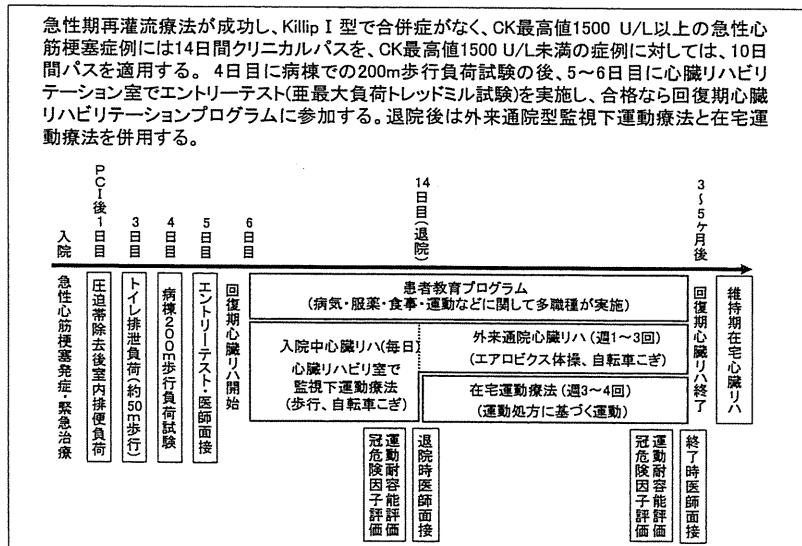
これらのエビデンスを踏まえて、心臓リハビリは、日本循環器学会⁽⁷⁾および米国心臓病学会⁽⁸⁾のST上昇型急性心筋梗塞ガイドライン、不安定狭心症/非ST上昇心筋梗塞ガイドライン⁽⁹⁾、PCIガイドライン⁽¹⁰⁾、二次予防ガイドライン⁽¹¹⁾において、いずれもクラスI（確実に有用で実施すべき）として推奨されている。

3. 心臓リハビリテーションの実際

(1) 目的と内容

回復期心臓リハビリの目的は、身体活動範囲を拡大し、良好な身体的・精神的状態をもって職場や社会に復帰すること、および再発を防止し長期予後を改善することである。そのために①運動負荷試験による予後リスク評価、②運動処方に基づく積極的な運動療法、③生活習慣改善を含む二次予防教育、④復職・心理カウンセリングなどを実施する。AMI入院中に回復期プログラムへのエントリーを済ませ、退院後は引き続き外来通院心臓リハビリを継続する

図3：急性心筋梗塞の心臓リハビリテーションプログラム（国立循環器病研究センター）



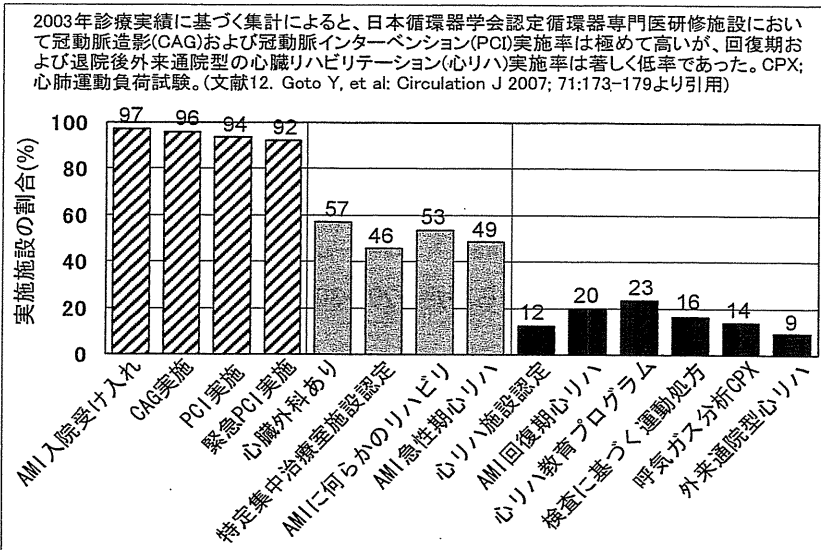
ことが望ましい（図3）。

(2) 運動負荷試験と運動処方

開始時エントリーテストとして、心臓リハビリ室で亜最大トレッドミル運動負荷試験（運動終点は予測最大心拍数の70~75%またはボルグ指数15点まで）を実施する（図3）。運動耐容能とともに臨床所見（残存虚血、心機能、冠危険因子など）も考慮して、症例ごとに心臓リハビリ実施計画書を作成する。

心臓リハビリ開始約1週間後に呼気ガス分析を用いた症候限界心肺運動負荷試験(cardiopulmonary exercise test, CPX)を実施し、その結果に基づき運

図4：日本循環器学会認定循環器専門医研修施設526施設における急性心筋梗塞（AMI）の診療状況



動処方として、①運動の種類、②運動強度、③運動持続時間、④運動の頻度、の4要素を決定する(表2)。運動強度として、中等度の好氣的運動が推奨され、peak VO₂または心拍数予備能(Karvonenの式)の40~60%、嫌気性代謝閾値(Anaerobic threshold, AT)レベル、自覚的運動強度(Ratings of perceived exertion, RPEまたはBorg指数)の「12~13(ややきつと感じる強さ)」を目やすとする^(1,2,4)。

(3) 患者教育

運動療法だけでなく、講義や教育パンフレットを活用して、冠危険因子・運動療法・食事療法・服薬指導などの患者教育を積極的に実施する。退院時およびその後も定期的(1~3ヶ月ごと)に医師・看護師による個人面談を持ち、退院後の生活、運動許容範囲、自己検脈、在宅運動療法における運動処方について評価と指導を行うことが重要である。

4. 心臓リハビリテーションの課題

(1) わが国における心臓リハビリテーションの実態

わが国におけるAMI後の心臓リハビリの実施状況に関して、2004年に実施された全国実態調査⁽¹²⁾では、循環器専門医研修施設526施設において、緊急PCI実施率は92%であったのに対し、退院後の外来通院型心臓リハビリ実施率はわずか9%にすぎず、PCIの普及に比べて心臓リハビリの普及がきわめて遅れていることが明らかになった(図4)。またガイドラインで推奨されている患者教育プログラム、個別的運動処方、呼吸ガス分析による運動耐容能評

価などの実施率も低率であった。5年後の2009年に実施された全国実態調査⁽¹³⁾では、循環器専門医研修施設597施設における外来心臓リハビリ実施率は21%へと増加していたが、PCI実施率の96%に比べ依然として著しく低値であることに変わりはない。AMIの在院日数が著しく短縮している今日、心臓リハビリの形態として、入院型ではなく外来通院型実施施設を大幅に増加させることが必要である。

(2) 虚血性心疾患の疾病管理プログラム

虚血性心疾患患者の退院後マネジメントに関する新しい潮流として、疾病

管理(Disease management)プログラムの考え方が台頭しつつある。疾病管理プログラムとは、慢性心不全や糖尿病などの慢性疾患患者に対して、医師・看護師・薬剤師・栄養士・理学療法士・訪問看護師などの多職種チームが退院前から退院後にわたり医学的評価・患者教育・生活指導を包括的計画的に実施することにより、再入院抑制を含む予後改善をめざす中期~長期プログラムである。

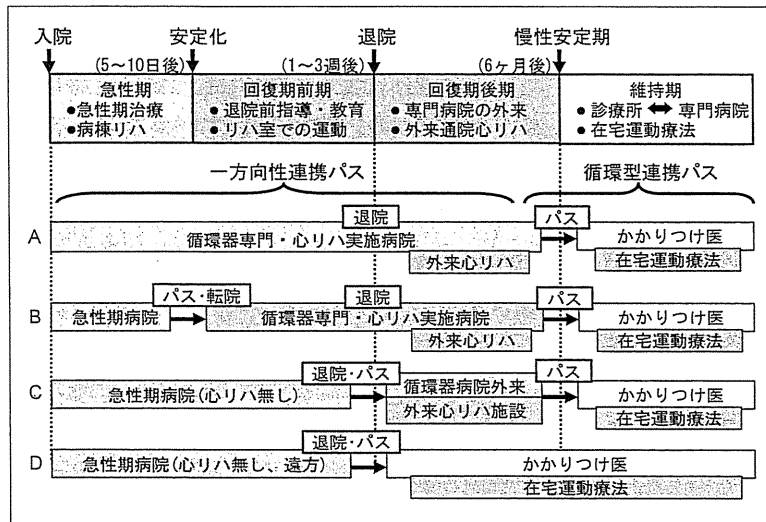
Squiresら⁽¹⁴⁾は、Mayoクリニックの外来心臓リハビリプログラムに参加したAMI・冠動脈バイパス手術・PCI後患者503名を対象として、心臓リハビリスタッフが“Disease manager”として3ヶ月ごとに個別面接を行い2次予防ガイドライン目標達成状況を評価・指導した結果、3年後の目標達成率は平均収縮期血圧126mmHg、LDL-C 90mg/dl、中性脂肪 145mg/dl、運動時間 139分/週ときわめて良好であったと報告している。この成績は、外来心臓リハビリプログラムが虚血性心疾患患者において2次予防目標を達成・維持する「疾病管理プログラム」の役割を果たすことができることを示している。

今後、高齢化に伴う心不全・腎不全・糖尿病などを有し再入院リスクが高い「慢性疾患複数保有高齢患者」と、生活習慣の欧米化に伴うメタボリック症候群などの「冠危険因子複数保有若年患者」が増加し、「包括的心疾患管理プログラム」としての外来心臓リハビリへの需要はますます高まると予想される。したがって今後、外来心臓リハビリ実施施設の増加をめざすとともに、プログラムの内容について

表3：急性心筋梗塞地域連携パス作成・運営上の問題点と課題

- (1) 急性期～回復期パス（一方向型）と回復期～維持期パス（双方向型または循環型）の使い分け
- (2) AMIの場合、施設間連携のパターンが多様で、定型的な連携パスを構築することが容易でない（外来心臓リハビリ実施施設が少ないことによる）
- (3) 連携かかりつけ医が循環器医の場合と非循環器医の場合の区別
- (4) パス記入による医師の業務量の増加への対応（記入項目簡略化と詳細情報希望とのジレンマ）
- (5) 患者個人情報保護・管理の方法
- (6) パスの方式が未確立：一枚紙方式、患者手帳方式、電子メディア持参方式、インターネット方式
- (7) 電子カルテとの併用・共存の方法

図5：心臓リハビリテーション（心リハ）を組み込んだAMI地域連携パスのモデル（著作作成）



も長期疾病管理をめざして質の向上を図る必要がある⁽¹⁵⁾。

(3) 心臓リハビリを組み込んだAMI地域連携パス

近年各地でAMIの地域連携パスの試みが始まっている⁽¹⁶⁾。しかし、それらの多くはPCI施行後の抗血小板薬の副作用チェックのスケジュールを中心としたもので、退院後の外来型心臓リハビリを組み込んだ地域連携パスに関する報告はほとんど見あたらない。一方、心臓リハビリを導入したくても、現在のわが国の中小病院では採算を維持できるだけの心臓リハビリ参加患者数の確保が困難であるというジレンマがある。このジレンマに対する解決策の1つとして、心臓リハビリ設備のない中小病院が地域連携パスを介して外来型心臓リハビリ実施施設と連携することにより、既存の心臓リハビリ施設を地域全体の資産として活用するという方策が考えられる。

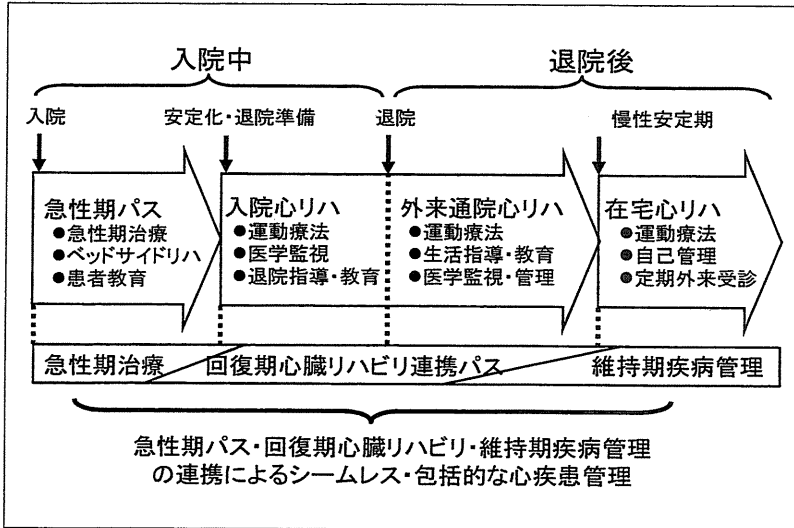
国立循環器病研究センターが位置する大阪府北部豊能二次医療圏域では、4市（吹田・豊中・箕面・池田）医師会と急性期病院5施設の協力のもと、ワー

キンググループを立ち上げて外来型心臓リハビリを組み込んだAMI地域連携パスを作成した⁽¹⁷⁾。連携パスの理念として、「地域ぐるみでAMI患者の予後とQOLを向上させる」ことを掲げ、具体的目標として、二次予防ガイドラインの内容を組み込むこと、および回復期心臓リハビリを組み込むこと、の2点をめざした。

さらに連携パスの形式についてワーキンググループで協議を重ね、以下の合意を得た。①AMI患者に対する教育効果を期待して、二次予防に関する解説や資料を掲載した患者携帯手帳型パスとすること、②急性期から回復期までの一方向型パスの部分と、維持期以降の循環型パスの部分の両方からなる形態とすること、③急性期以後のAMI患者に対する診療施設と心臓リハビリ実施施設の組み合わせとして、急性期専門病院・回復期心臓リハビリ実施施設・かかりつけ医・在宅運動療法など複数のパターン（図5）があるため、それらに対応できる形態とすること、④連携パスの中に可能な限り外来通院型心臓リハビリを組み込むが、それが困難な場合は在宅運動療法を組み込むこと、⑤医師の記入項目をできる限り少なくし、患者が自己記入する項目を増やすこと、などが合意された。こうして完成した「急性心筋梗塞ノート」は、解説・資料部分として、急性心筋梗塞や冠危険因子の解説、二次予防ガイドラインの内容、心臓リハビリの説明、在宅運動療法の実施方法、食品中の塩分・コレステロール・カロリー一覧表を含み、経過記録と血圧・体重・歩数記録用日誌と合わせて、総ページ数63ページにわたる充実した冊子となった。2010年5月から運用を開始し、現在症例を集積中である。

AMI地域連携パスの作成・運用上の問題点と課

図6：長期予後改善をめざす心疾患マネジメントの将来像



パターンAとなるが、心臓リハビリを実施していない急性期病院に入院し、しかも近隣に心臓リハビリ実施施設がない患者の場合はパターンDにならざるを得ない。今後わが国において、外来心臓リハビリ実施施設が増加し、パターンCの経路で連携パスを実施できる症例が増加することが期待される。

5. まとめ

循環器救急体制の整備とプライマリーPCIの普及により、AMIの急性期救命率が大幅に向上した今日、AMI患者の退院後のQOLと生命予後を長期にわたり

題を表3に示す。豊能地区AMI連携パスでは、特に(2)の施設間の連携パターンの設定に苦勞した。脳卒中連携パスでは急性期病院から回復期リハビリ病院へ転院するパターン(図5、パターンB)が定型的であるが、AMIの場合は急性期病院から直接自宅へ退院し、しかも外来心臓リハビリ実施施設が少ないため、パターンが多様となる。たとえば急性期に国立循環器病研究センターに入院したAMI患者ではそのまま回復期心臓リハビリまで実施されるので

改善する方策の重要性がこれまで以上に高まっている。外来心臓リハビリは、豊富なエビデンスによりAMI患者やPCI後患者に対する有効性がすでに確立され、診療ガイドラインでクラスIとして強く推奨されているが、わが国では普及が遅れている。今後わが国において、AMI患者の予後とQOLを地域ぐるみで改善させるため、外来心臓リハビリを組み込んだ地域連携パス(図6)が広く普及することが望まれる。

【文献】

- (1) 野原隆司、安達仁、伊東春樹、上嶋健治、片桐敬、川久保清、ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン(2007年改訂版) http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf
- (2) Ades PA.: Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. N Engl J Med. 2001;345:892-902
- (3) Leon AS, Franklin BA, Costa F, et al: AHA Scientific Statement. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. Circulation 111:369-376, 2005
- (4) 齋藤宗靖・後藤葉一(編集)：「狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション(第4版)」、南江堂、2009年
- (5) Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, et al: Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized trials. Am J Med 2004;116:682-697
- (6) Goel K, Lennon RJ, Tilbury T, Squires RW, Thomas RJ: Impact of cardiac rehabilitation on mortality and cardiovascular events after percutaneous coronary intervention in the community. Circulation 123:2344-2352,2011
- (7) 高野照夫、小川 聡、笠貫 宏、木村一雄、後藤葉一、住吉徹哉、ほか：急性心筋梗塞(ST上昇型)の診療に関するガイドライン. Circulation J 72 (Suppl IV):1347-1442,2008
- (8) Antman EM, Hand M, Armstrong PW, Bates ER, Green LA, Halasyamani LK, et al: 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 Guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction. Circulation. 117:296-329,2008

- (9) Anderson JL, Adams CD, Antman EM, Bridges CR, Califf RM, Casey DE Jr, et al: ACC/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST elevation myocardial infarction. *Circulation*. 116:e148-e304,2007
- (10) Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR, Bittl JA, Cercek B: 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention. *Circulation*. 124:e574-e651,2011
- (11) Smith SC Jr, Benjamin EJ, Bonow RO, Braun LT, Creager MA, Franklin BA, et al: AHA/ACCF secondary prevention and risk reduction therapy for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2011 update. A guideline from the American Heart Association and American College of Cardiology Foundation. *Circulation*. 124:2458-2473, 2011
- (12) Goto Y, Saito M, Iwasaka T, Daida H, Kohzuki M, Ueshima K, et al: Poor implementation of cardiac rehabilitation despite broad dissemination of coronary interventions for acute myocardial infarction in Japan: A nationwide survey. *Circulation J* 2007;71:173-179
- (13) 中西道郎、長山雅俊、安達仁、池田こずえ、藤本和輝、田城孝雄、百村伸一、後藤葉一：我が国における急性心筋梗塞後心臓リハビリテーション実施率の動向：全国実態調査. *心臓リハビリテーション (JJCR)* 2011;16:88-192
- (14) Squires RW, Montero-Gomez A, Allison TG, et al: Long-term disease management of patients with coronary disease by cardiac rehabilitation program staff. *J Cardiopulm Rehabil Prevent* 2008;28: 180-186
- (15) Balady GJ, Williams MA, Ades PA, et al. Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update. *Circulation* 2007; 115; 2675-2682 Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/reprint/115/20/2675>.
- (16) 田城孝雄（監修）：地域医療連携実践ガイドブック. 治療. 2008年3月増刊号、南山堂
- (17) 後藤葉一、野口輝夫、川上利香、ほか：心臓リハビリテーションを組み込んだ急性心筋梗塞地域連携パスの試み：全国実態調査を踏まえた将来展望. *心臓*2009;41:1205-1215

心臓リハビリテーション の最新の動向

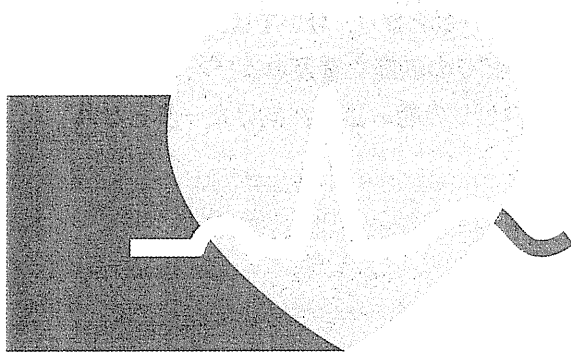
企画：後藤葉一

(国立循環器病研究センター・心臓血管内科)

心臓リハビリテーション(心臓リハビリ), 特に, 外来型心臓リハビリが, 心疾患患者の運動耐容能, QOL (quality of life), 長期予後を改善させることはこれまでの多数の研究により確立されており, 現在では, 急性心筋梗塞・安定狭心症・心臓術後・慢性心不全など多くの心疾患診療ガイドラインにおいて心臓リハビリは「クラスI」として推奨されている. この間に蓄積されたエビデンスは, QOLや長期予後といった患者アウトカムに加え, 血管内皮機能改善, 自律神経機能改善, 炎症性サイトカイン抑制, 動脈硬化プラーク安定化など多岐にわたり, 心臓リハビリは今や「多面的効果(pleiotropic effects)を有する先進的心血管治療」であるといっても過言ではない.

しかし, わが国では, 外来型心臓リハビリの普及はカテーテルインターベンションに比べ大きく遅れており, 心臓リハビリが心血管標準治療に組み込まれているとは到底いえない状況である. また, 近年の循環器内科領域では, 糖尿病, メタボリック症候群や高齢心不全患者の増加で示される疾病構造の変化, およびプライマリー経皮的冠動脈インターベンション(percutaneous coronary intervention; PCI), β 遮断薬, 植込み型除細動器(implantable cardioverter defibrillator; ICD)/CRT-D(cardiac resynchronization therapy defibrillator)などの治療法の進歩の結果, これまでみられなかった新たな患者層が出現している. すなわち, 冠動脈残存狭窄はなく, 心機能は保たれているものの冠危険因子を多数保有する若年心筋梗塞患者, β 遮断薬投与開始直後の低心機能心不全患者, 下肢筋力低下・腎不全・貧血などの慢性多疾患を保有する高齢心不全患者, ICD/CRT-D植え込み後の高リスク心不全患者などが心臓リハビリの現場に参入している. これらの新規患者層に対する心臓リハビリの有効性のエビデンスや標準的プログラムの確立はいまだ不十分である.

一方, 近年, 運動療法の分子生物学的機序の解明が進むとともに, これまで禁忌とされていた肺高血圧症患者に対する運動療法の有効性や, 心不全に不適と考えられてい



HEART'S Selection