

③ PCI後患者に対する運動療法の効果 (ETICA試験)

PCI患者を運動療法群 (59人) と非運動療法群 (59人) とにランダム割り付けし、運動療法群は運動療法を6か月間実施した。対象例の50%が急性心筋梗塞、69%がステント挿入患者であった。6か月後の再狭窄率に差はなかったが、運動耐容能 (peak $\dot{V}O_2$) およびQOLは運動療法群で有意に良好であり、33か月後までの心事故回避率 (心死亡、急性心筋梗塞、PCI、CABG) および再入院回避率は運動療法群で有意に良好であった。

(Belardinelli R, et al. *J Am Coll Cardiol* 2001³⁾より)

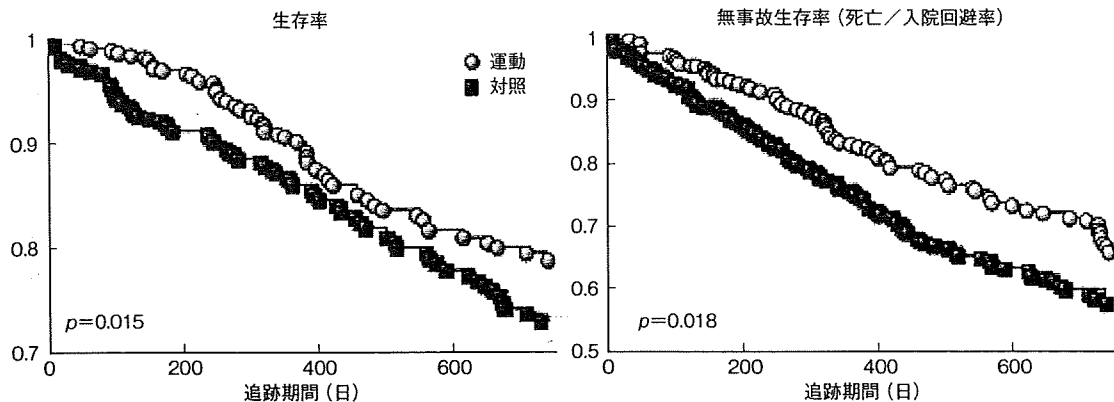
④ 心不全に対する運動療法の効果

- 1) 運動耐容能：改善
- 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) 神経体液因子
 - 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
 - c) 炎症マーカー：炎症性サイトカイン (TNF α) 低下、CRP低下
- 5) 心理的效果：不安抑うつ軽減、健康関連QOL改善
- 6) 長期予後：心不全入院減少、無事故生存率改善、総死亡率低下 (メタアナリシス)

(「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)」, p.48より)

院率や心事故率が低下することを示し、慢性心不全患者においても積極的に心臓リハビリが導入されるようになった。

④ 2004年には中規模研究の総数801例のメタアナリシス (ExTraMATCH研究) において、運動療法によって長期生存率、無事故生存率の有意な改善が示された (⑤)⁴⁾。



⑤ 心不全の運動療法の長期予後に対する効果 (ExTraMATCH 研究)

心不全・左室機能低下に対する運動療法の報告9編におけるメタアナリシスにおいて、801症例(平均年齢61歳, NYHA 2.6度, LVEF 28%, peak $\dot{V}O_2$ 15.4mL/kg/分)を運動療法群(395例)と対照群(406例)とにランダム割り付けした結果、生存率、無事故生存率とも運動療法群のほうが有意に良好であった。
(Piepoli MF, et al; ExTraMATCH Collaborative. *BMJ* 2004⁴⁾より)

⑥ 心臓術後患者に対する心臓リハビリテーションガイドライン

クラス I

1. 運動療法は、冠動脈バイパス術後患者の自覚症状と運動耐容能の改善、冠危険因子の是正に有効であり、適用を検討すべきである (エビデンスレベル A)
2. 運動療法は、弁膜症術後患者の自覚症状、運動耐容能の改善が期待できるので、適用を検討すべきである (エビデンスレベル A)

クラス II a

1. 運動療法は、心臓術後患者において運動耐容能改善に加え、QOL 改善および心事故減少効果が期待できるので、禁忌に該当しない限り、すべての心臓術後患者において適用を検討すべきである
なお心機能、運動器に問題のある症例に関しては病態を勘案し個別に対応する (エビデンスレベル B)
2. 運動療法は、心移植患者の運動耐容能を向上させる (エビデンスレベル B)

クラス II a'

1. 心臓術後患者において、正当な理由無くして身体活動や胸帯などにより胸郭運動を制限することは運動耐容能の回復を妨げ、合併症の発生を助長する可能性がある (エビデンス C)

(『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)』, p.37より)

- 2009年4月には慢性心不全に対する運動療法に関しての初めての大規模前向き試験 (HF-ACTION) が発表され、運動療法群は通常治療群に比べ事故率 (総死亡または総入院発生率) が7%低かった ($p = 0.13$)。この差は有意ではなかったが、主要背景因子の補正後、リスク減少率は11%となり統計学的に有意であった ($p = 0.03$)。
- 慢性心不全に対する心臓リハビリの効果はすでに運動耐容能向上のみならず、左室拡張能改善、血管内皮細胞改善、交感神経系抑制などが示されており、今後さらなる検討が期待される。

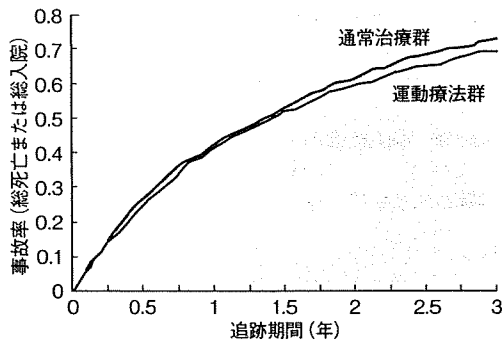
COLUMN HF-ACTION試験

HF-ACTION は安定慢性心不全患者（左室駆出率中央値 25%）2,331 人を対象とした前向きランダム割り付け試験で、慢性心不全に対する運動療法の有効性を評価した初めての大规模臨床試験である。

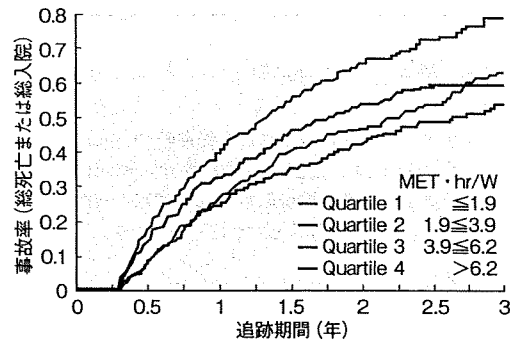
運動療法群は 1 回 30～40 分、週 3～5 回の運動療法を継続した。30 か月間の追跡において、総死亡または総入院は 7% 減少し ($p=0.13$)、心血管死亡または心不全入院は 13% 減少 ($p=0.06$) したが、いずれも統計学的に有意ではなかった。しかし予後に影響する背景因子を補正後は、総死亡または総入院は 11% 減少 ($p=0.03$)、心血管死亡または心不全入院は 15% 減少し ($p=0.03$)、い

ずれも有意であった (1)。さらに 1 週間の運動量による層別比較では、運動量が多い群のほうが予後が良好であった (2)。

HF-ACTION の意義は、最大限の標準的薬物治療 (β 遮断薬投与率 95%) を実施された慢性心不全患者に運動療法を上乗せすることにより、心不全増悪や整形外科的傷害などの有害事象を伴うことなく、運動耐容能・QOL・長期予後の改善が得られることを示したことである。一方、教訓としては、過去の報告に比べ運動療法のアドヒアランス（遵守率）が低かった点であり、今後はアドヒアランスを高める工夫を検討する必要がある。



1 慢性心不全に対する運動療法の長期予後改善効果
安定慢性心不全患者（左室駆出率中央値 25%）2,331 人を対象とした HF-ACTION 試験において、運動療法群は通常治療群に比べ、事故率（総死亡または総入院発生率）が 7% 低かった ($p=0.13$)。主要背景因子の補正後、リスク減少率は 11% となり統計学的に有意であった ($p=0.03$)。 (O'Connor CM, et al. JAMA 2009⁵⁾ より)



2 心不全の運動療法における運動量と長期予後の関係
HF-ACTION 試験の運動療法群患者 959 人を、1 週間あたり運動量 (MET·hr/W) により 4 群に分け、事故率（総死亡または総入院）を比較したところ、1 週間あたり運動量が多いほど事故率が低く、運動量と長期予後との間に“dose-response 関係”が認められた。 (Keteyian SJ, et al. ACC 2009 abstract⁶⁾ より)

心臓術後患者における心臓リハビリのエビデンス

- 心臓術後、特に冠動脈バイパス術後においては、1970 年代から比較的多くの研究がなされており、『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』においてもクラス I とされている (6)。
- 特に、運動耐容能の改善は多くのエビデンスが積み上げられているが、比較的小規模の研究が多く、また、手術による心機能改善のため、心臓リハビリを実施しない症例でも運動耐容能は改善する傾向を示すため、心臓リハビリ施行の有無で有意な改善を示している研究は比較的小さい。

COLUMN 高齢者における心臓リハビリのエビデンス

急性心筋梗塞をはじめとする虚血性心疾患は動脈硬化が主原因であり、高齢患者の比率は高い。臨床現場では、高齢者は運動療法に消極的であり、また運動療法の危険性を恐れて心臓リハビリの導入を躊躇するケースが多いのではないだろうか。実際にアメリカでは、65歳以上の急性心筋梗塞あるいは冠動脈バイパス術後患者27万人あまりを対象とした大規模コホートにおいて、心臓リハビリ導入率は急性心筋梗塞例でわずか13.9%、バイパス術後においても31.0%にとどまることが報告されている⁷⁾。

しかし高齢者においても、心臓リハビリにより若

年者と同じく運動耐容能は改善し、安全性も同等であることが示されている。また高齢者であってもレジスタンストレーニングにより骨格筋量が増加することが示されている。ACC/AHAガイドラインにおいても75歳以上の冠動脈疾患患者の二次予防に運動療法を推奨している⁸⁾。

ただし、80歳以上などの超高齢者におけるエビデンスはほぼ皆無であり、また罹患前のADLにも大きな個人差が存在するため、超高齢者に対する運動療法には症例ごとの注意深い運動処方が必要であろう。

- しかしながら、運動療法が血圧、喫煙率、高脂血症、インスリン抵抗性などの冠危険因子を改善するとの研究に加え、バイパス開存率を高めるとの報告もある。
- 自覚症状やQOL、精神面に関して、術後の心臓リハビリはきわめて良好な効果をもたらすことが知られており、日本の報告においても、術後6か月の運動療法は自覚症状、QOLを改善し、その程度は運動耐容能改善に相関することが示されている。
- さらに2001年には、冠動脈バイパス術後10年間にわたる長期比較試験において、心臓リハビリ施行群で心血管事故がほぼ半減する（施行群18.4%、非施行群34.7%）ことが示され、長期にわたる強い二次予防効果をもつことが証明された⁸⁾。

(篠岡太郎、後藤葉一)

● 文献

- 1) Taylor RS, et al. Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004; 116: 682-692.
- 2) Hambrecht R, et al. Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: A randomized trial. *Circulation* 2004; 109: 1371-1378.
- 3) Belardinelli R, et al. Exercise training intervention after coronary angioplasty: The ETICA trial. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 1891-1900.
- 4) Piepoli MF, et al; ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328: 189-192.
- 5) O'Connor CM, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 1439-1450.
- 6) Keteyian SJ, et al. A dose-response analysis of patients with Heart Failure enrolled in A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training (HF-ACTION). ACC 2009 abstract.
- 7) Suaya JA, et al. Use of cardiac rehabilitation by Medicare beneficiaries after myocardial in-

- fraction or coronary bypass surgery. *Circulation* 2007; 116: 1653-1662.
- 8) Williams MA, et al. Secondary prevention of coronary heart disease in the elderly (with emphasis on patients ≥ 75 years of age): An American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 2002; 105: 1735-1743.
 - 9) Hedbäck B, et al. Cardiac rehabilitation after coronary artery bypass surgery: 10-year results on mortality, morbidity and readmissions to hospital. *J Cardiovasc Risk* 2001; 8: 153-158.

用語の問題：「高度心機能低下」と「重症心不全」、「運動療法」と「理学療法」の区別

慢性心不全患者に対する運動療法を主体とする心臓リハビリテーション（リハビリ）が心不全の増悪を伴うことなく運動耐容能・QOL・長期予後を改善することが明らかにされ、日米欧のガイドラインでも推奨されるようになった¹⁻³⁾。後述する通り、左室駆出率（LVEF）< 30%を示す「高度心機能低下」例に対しても、心不全がNYHA II～III度で安定していれば十分適用可能であり、かつ有効である。ただし、NYHA IV度の「重症心不全」に対するエビデンスは十分でないため、現在のところ重症心不全の全例に積極的に推奨されるべき治療法とまではいえない。この点で、高度心機能低下と重症心不全を区別する必要がある。

一方、骨格筋の廃用性萎縮に対するベッドサイドにおける「理学療法」としてのリハビリ動作は、カテコラミン投与中のNYHA IV度の重症心不全例でも実施することが望ましいと考えられる。しかし、心臓リハビリ室における自転車エルゴメータやトレッドミルを用いる積極的な「運動療法」については、カテコラミン投与中のNYHA IV度の重症心不全例に対する安全性・有効性は未確立である。この点で、心不全に対する運動療法と理学療法としてのリハビリ動作とを区別する必要がある。

本項では、高度心機能低下を伴う慢性心不全を対象として心臓リハビリ室で行われる積極的な運動療法の有効性のエビデンスと実施上の注意点について述べる。

高度心機能低下を伴う慢性心不全の運動療法：エビデンスはあるか？

運動耐容能

Demopoulosら⁴⁾は1997年に、重症心機能低下（LVEF < 30%，平均21%）を有する慢性心不全患者に対して、従来は最高酸素摂取量（peak $\dot{V}O_2$ ）の70%程度であった運動強度を50%へと低く設定した運動プロトコル（1回1時間、週4回、3か月間）により、左室容積の拡大進行を伴うことなく運動耐容能が11.5から15.0mL/kg/分へと約30%改善することを示した。Beniaminowitzら⁵⁾は、LVEFが平均20%の高度心機能低下を伴う心不全に対して、下肢の持久運動トレーニング（自転車エルゴメータ、トレッドミルをpeak $\dot{V}O_2$ の50%の強度で各15分）と下肢のレジスタンストレーニングの組み合わせ（週3回、3か月間）により、自覚症状（呼吸困難）の軽減、peak $\dot{V}O_2$ 増加、QOL向上が得られたと報告している。したがって、高度心機能低下を示す心不全患者に対する比較的低強度の運動療法が、自覚症状・QOL・運動耐容能を改善することはほぼ確実である。

長期予後

中等～重症心不全患者を対象としたExTraMATCHメタ分析⁶⁾において、死亡または再入院を含む心事故抑制効果をNYHA・LVEF・peak $\dot{V}O_2$ の重症度別に比較すると、NYHA I～II度の軽症群とIII～IV度の重症群の間では差がないかまたはむしろ重症群においてより効果が大きく、同様にLVEF 27%未満およびpeak $\dot{V}O_2$ 15mL/kg/分未満の重症群においても、軽症群よりも効果が大きい傾向がみられた⁽¹⁾。したがって高度心機能低下を伴う重症心不全例において、運動療法は軽症例と同様かそれ以上に長期予後を改善

① 心不全重症度別にみた運動療法の心事故率(死亡または再入院)への効果

	運動療法群 No of Events/No at risk	対照群 No of Events/No at risk	ハザード比 (95% CI)
心機能分類			
NYHA I~II	59/206	65/206	0.89 (0.61-1.29)
NYHA III~IV	68/189	108/200	0.65 (0.47-0.90)
LVEF			
= 27%	53/193	63/187	0.82 (0.55-1.21)
< 27%	74/202	110/219	0.71 (0.52-0.97)
peak $\dot{V}O_2$			
= 15mL/kg/分	48/177	53/173	0.85 (0.56-1.30)
< 15mL/kg/分	79/218	120/233	0.70 (0.52-0.95)

(ExTraMATCH collaborative. *BMJ* 2004⁶⁾より)

する可能性がある。また HF-ACTION 試験⁷⁾において、平均 LVEF 25% の慢性心不全に対する運動療法の安全性が示されている。

高度心機能低下を伴う慢性心不全の運動療法開始前に留意すべきこと

高度心機能低下例に対する運動療法が有効であるとはいえ、軽症例に比較すると注意すべき点が多い。まず第1に、うっ血がコントロールされている必要がある。すなわち、中等度以上の肺うっ血・胸水・浮腫が残存している症例は、まず体液量をコントロールしてから運動療法を開始すべきである。

第2に、重症心不全に多くみられる感染・炎症・貧血・心筋虚血などの合併症の有無を確認し、運動療法開始前にそれらをできるだけ是正することである。心筋虚血は運動療法の禁忌とはならないが、運動処方への修正が必要となる。

第3に、重症心不全症例は長期の安静生活に伴う身体デコンディショニングにより運動耐容能が高度に低下しているため、初期運動メニューが過大にならないよう留意する必要がある。そのためには、運動療法開始時に対象患者の運動可能レベルを歩行テストにより把握する必要がある。

国立循環器病センターでは、運動療法開始初日に心臓リハビリ室において、エントリーテストとして非虚血性心不全例に対しては6分間歩行試

験、虚血性心不全例に対してはトレッドミル平地歩行負荷12誘導心電図検査を実施し、初期メニュー決定の根拠としている。またその際に、歩行中のふらつきや転倒のリスクについても観察する。

高度心機能低下を伴う慢性心不全に対する運動処方

高度心機能低下を伴う慢性心不全に対する運動処方は、基本的にはガイドライン²⁾に従う。

初期メニュー

初日エントリーテストの結果に基づき、低強度かつ短時間の負荷(分速50~60m歩行5~10分間と自転車エルゴメータ10~20W×5~10分間)を週3~5回から開始し、1か月程度をかけて徐々に運動時間と強度を増量していく。また骨格筋の廃用症候群を認める例では、低強度のレジスタンストレーニング(膝の屈曲・外転、カフレイズ、ハーフスクワットなどを10~15分)を週3回併用する。

安定期メニュー

開始1~2週間後に呼気ガス分析を併用した症候限界性心肺運動負荷試験(CPX)を実施し、LVEFやBNPなどの臨床情報と併せて安定期到達目標としての運動処方を決定する。運動強度は、洞調律例では心拍数処方とし、Karvonenの式 $k = 0.3 \sim 0.5$ 、AT時心拍数、peak $\dot{V}O_2$ の50

② 心不全の運動療法のモニタリング：経過中に心不全悪化または負荷量過大を示唆する所見

運動中の モニタリング	自覚症状	Borg 指数 14 以上, 低心拍出量徴候 (めまい, 倦怠感), 肺うっ血症状 (呼吸困難, 息切れ), 狭心症状 (胸部圧迫感), 整形外科的 (筋肉痛, 関節痛)
	心拍数	安静時心拍数高値 (100 拍/分以上), 運動中心拍数上昇 (130 拍/分以上)
	血圧	運動中血圧低下, 運動後血圧低下
経過中の モニタリング	心電図モニター	不整脈出現 (発作性心房細動, 心室性期外収縮頻発, 心室頻拍)
	自覚症状	倦怠感持続, 前日の疲労感の残存, 同一負荷量における Borg 指数の 2 以上の上昇
	体重	体重増加傾向 (1 週間で 2kg 以上の増加)
	心拍数	安静時または同一負荷量における毎分 10 拍以上の上昇
	血中 BNP	月 1 回測定, 前回よりも 100pg/mL 以上の上昇
	運動耐容能	運動耐容能 (最高酸素摂取量, 6 分間歩行距離) や換気効率 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ slope) の悪化

(後藤葉一. 狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション, 第 4 版. 2009⁸⁾より)

③ 心不全の運動療法における心事故発生の予測因子

	心事故群 (15 人)	非心事故群 (96 人)	p
1. 左室拡張期径拡大 (mm)	75 ± 9	66 ± 8	< 0.001
2. BNP 高値 (pg/mL)	437 ± 270	216 ± 266	< 0.01
3. 運動耐容能高度低下 (peak $\dot{V}O_2$ % 予測値)	47 ± 13	60 ± 14	< 0.01
4. 運動時換気亢進 ($\dot{V}E$ vs. $\dot{V}CO_2$ slope)	37.8 ± 10.2	29.8 ± 7.5	< 0.001
5. ペースメーカー/ICD 植込み (%)	27	7	< 0.05

(Nishi I, et al. *Circ J* 2007⁹⁾より)

～ 60 % の心拍数などからトレーニング心拍数を決定する。心房細動例やペースメーカー調律例では、自覚的運動強度 (Borg 指数 12 ～ 13) や peak $\dot{V}O_2$ の 50 ～ 60 % となる負荷量 (仕事率) を用いる。運動時間と運動頻度は、心不全重症度により 1 回 30 ～ 60 分, 週 3 ～ 5 回の範囲で設定する。

高度心機能低下を伴う慢性心不全の運動療法経過中に留意すべきこと

心不全薬物治療との協調・連携

心不全例では利尿薬・血管拡張薬・ β 遮断薬が投与されており, さらに経過中に増量されることがあるので, 運動療法中に低血圧・ふらつき症状が認められることがある。この場合, 症状が強ければ薬物投与量の減量が必要ながある。運動療法導入 1 ～ 2 週間後に, 体重の増加や BNP の上昇を伴う一過性の心不全の増悪が出現すること

があるが, 多くの場合, 水分制限や利尿薬の一時的増量, 運動量の一時減量で対処可能である。

定期的な運動療法の見直し

毎回の運動療法開始前および運動中に, 自覚症状・身体所見のチェックと心電図モニターの監視を行うとともに, 初期 1 か月間は毎週, その後は 1 か月ごとに医師が現在の運動量が適切かどうかを評価する。自覚症状・運動中の心拍数・血中 BNP 値の下降が良好な例では運動量の増量が可能である。

ただし, すべての心不全症例が良好な経過をたどるとは限らず, 経過中に心不全の悪化を認める例も存在するので, 自覚症状・身体所見・検査所見の注意深い観察が重要である (2)⁸⁾。国立循環器病センターのデータ⁹⁾では, 経過中に運動療法の中断または一時休止となった例は, 左室拡張期径拡大, BNP 高値, peak $\dot{V}O_2$ 高度低下, 運動時換気亢進, ペースメーカー/ICD 植込みを有してお

り、これらの症例では注意を要する(3)。

在宅運動療法との併用

1 か月経過後は、安定例では在宅(非監視下)運動療法に移行可能であるが、重症心不全では安全確保とコンプライアンス維持の観点から、間欠的な(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。

心不全管理の学習指導とカウンセリング

慢性心不全の心臓リハビリを成功させるためには、運動療法の指導以外に、心不全に関する正しい知識や再発予防への動機づけと対策について本人および家族に十分教育することが重要である。特に体重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。また、社会復帰や不安・抑うつに関する個人カウンセリングも重要である。

未解決の課題

高度心機能低下を伴う心不全例の運動療法における未解決の課題として、①NYHA IV度の重症心不全症例に積極的な運動療法が有効か否か、②長期にわたる運動療法の遵守(アドヒアランス)をいかにして維持するか、③心不全の運動療法と疾病管理プログラム¹⁰⁾との統合をどう実現するか、④日本において心不全の運動療法の広範な普及をどう図るか、があげられる。

(後藤葉一)

◎文献

- 1) Hunt SA, et al. ACC/AHA 2005 Guideline Update for the Diagnosis and Management of Chronic Heart Failure in the Adult: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure): *Circulation* 2005; 112: e154-e235.
- 2) 『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)』(JCS 2007).
- 3) Dickstein K, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *Eur Heart J* 2008; 29: 2388-2442.
- 4) Demopoulos L, et al. Exercise training in patients with severe congestive heart failure: Enhancing peak aerobic capacity while minimizing the increase in ventricular wall stress. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 597-603.
- 5) Beniaminovitz A, et al. Selective low-level leg muscle training alleviates dyspnea in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40: 1602-1608.
- 6) Piepoli MF, et al; ExTraMATCH collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328: 189-192.
- 7) O'Connor CM, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 1439-1450.
- 8) 後藤葉一. 心不全に対する心臓リハビリテーションと運動療法. 木全心一(監). 狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション, 改訂第4版. 東京: 南江堂; 2009, pp.253-268.
- 9) Nishi I, et al. Are cardiac events during exercise therapy for heart failure predictable from the baseline variables? *Circ J* 2007; 71: 1035-1039.
- 10) 後藤葉一. 慢性心不全マネジメントの将来像. 治療 2007; 89: 1986-1996.

9. 包括的心臓リハビリテーションは プラークの安定化に有効か？

1 序論

運動療法を主体とする心臓リハビリテーション（心臓リハビリ）が血管内皮機能を改善し、側副血行路の発達を促進し、動脈硬化の進展を抑制し、ひいては冠動脈疾患患者の長期予後を改善することは周知の事実であり、それを示すエビデンスは枚挙にいとまがない¹⁾。本稿では、心臓リハビリ/運動療法がプラーク安定化に有効であることを示すエビデンスとその機序について概説する。

2 指針

(1) 心臓リハビリテーションの定義

米国公衆衛生局 (U.S. Public Health Service) の 1995 年ガイドライン²⁾ によると、「心臓リハビリとは、医学的評価、運動処方、冠危険因子是正、教育、およびカウンセリングからなる長期にわたる包括的プログラムである。このプログラムは、個々の患者の心疾患に基づく身体的・精神的影響を最小限にとどめ、突然死や再梗塞のリスクを軽減し、症状をコントロールし、動脈硬化の進行過程を安定化または退縮させ、心理社会的および職業的状況を改善することを目的とする」と定義され、また 2005 年の米国心臓協会声明 (AHA Scientific Statement)³⁾ では、「心臓リハビリテーションとは、心疾患患者の身体的、心理的、社会的機能を最適化し、基礎にある動脈硬化の進行を安定化・遅延・退縮させ、それにより罹病率と死亡率を低下させることをめざす協調的多面的介入である」と定義されている。すなわち心臓リハビリによるプラーク安定化は、定義に含まれるほど明白な事実である。

(2) 診療ガイドラインにおける位置づけ

a) 急性心筋梗塞，不安定狭心症

ACC/AHA⁴⁾と日本循環器学会（日循）⁵⁾の ST 上昇型急性心筋梗塞 (STEMI) 診療ガイドライン、および日循心臓リハビリガイドライン⁶⁾には、心臓リハビリは Class I (エビデンスレベル B) として推奨されている。また ACC/AHA 不安定狭心症・非 ST 上昇型急性心筋梗塞診療ガイドライン⁷⁾においても、急性期治療後にすべての患者に心臓リハビリが Class I として推奨されている。

b) 冠動脈バイパス術 (CABG) 後

ACC/AHA CABG 診療ガイドライン⁸⁾および日循心臓リハビリガイドライン⁶⁾において、すべての参加可能な CABG 術後患者に対して心臓リハビリが Class I として推奨されている。

c) 安定狭心症，冠動脈疾患，動脈硬化性血管疾患

ACC/AHA 安定狭心症診療ガイドライン⁹⁾ および日循心臓リハビリガイドライン⁹⁾において，安定狭心症患者に対する心臓リハビリは Class I として推奨されている．また ACC/AHA の冠動脈疾患・動脈硬化性血管疾患二次予防ガイドライン¹⁰⁾においても，二次予防のために中等度の強度の 30～60 分間の運動（速歩など）を毎日（少なくとも週 5 日）実施すること，および最近発症の急性冠症候群（ACS），冠血行再建施行，心不全患者などの高リスク患者に対して医学的監視プログラム（すなわち心臓リハビリ）への参加が Class I として推奨されている．

3 エビデンス

(1) 冠危険因子に対する効果

運動療法是冠危険因子を改善する．これまでの報告では，心臓リハビリにより血中 HDL コレステロールの上昇，HDL/コレステロール比の上昇，中性脂肪の低下，血圧の下降，体脂肪の減少，耐糖能およびインスリン抵抗性の改善が得られることが明らかにされている^{2,3,11)}．しかし運動療法の血管内皮機能改善効果は冠危険因子の改善と相関しないことから¹²⁾，現在では運動療法の血管保護効果は冠危険因子の改善のみを介するものではないとの考えが優勢である³⁾．

(2) 血管内皮機能に対する効果

これまでに，若年肥満者，安静中高年者，高血圧症患者，糖尿病患者，冠動脈疾患患者，心筋梗塞患者，心不全患者などを対象として，運動療法的に血管内皮依存性血管拡張反応を改善することが報告され，現在では運動療法的に血管内皮機能を改善する強力な介入方法と考えられている¹³⁾．さらに Hambrecht ら¹⁴⁾ は狭心症患者において，4 週間の運動療法的に冠動脈の内皮依存性血管拡張反応を改善することを報告している．したがって運動療法的による内皮機能改善効果は局所作用ではなく全身作用と考えられる．

運動による内皮機能改善の機序として，血管壁の一酸化窒素合成酵素（NOS）の活性化と末梢血内皮前駆細胞（EPC）の増加が挙げられている．Hambrecht ら¹⁵⁾ は，冠動脈バイパス術を受けた狭心症患者において手術時に内胸動脈切片を採取し，手術前の運動療法的により内胸動脈の NOS の発現およびリン酸化が促進され，内皮依存性血流増加反応が改善することを報告している．Laufs ら¹⁶⁾ は，冠動脈疾患患者において 28 日間の運動療法的に NO 依存性抗アポトーシス効果を通じて EPC を増加させることを明らかにした．さらに彼らはマウスにおいて，運動不足は血管の NADPH oxidase 活性を高めて活性酸素種 reactive oxygen species (ROS) 産生を増加させ，内皮機能を障害し粥状硬化性病変形成を促進することを報告した¹⁷⁾．一方 Steiner ら¹⁸⁾ は冠動脈疾患/冠危険因子保持患者において，12 週間の運動療法的後の末梢血 EPC 増加度と前腕の血流依存性血管拡張反応および NOx 増加率とが良好に相関することを見だし，運動療法的による EPC 増加が内皮機能改善に関与することを示した（図 1）．血管内皮機能の低下は動脈硬化や血栓症の発生機序に関与することが知られており，現在では NOS 活性化による内皮機能の改善が運動療法的のプラーク安定化および予後改善効果の重要な機序の一つと考えられている³⁾．

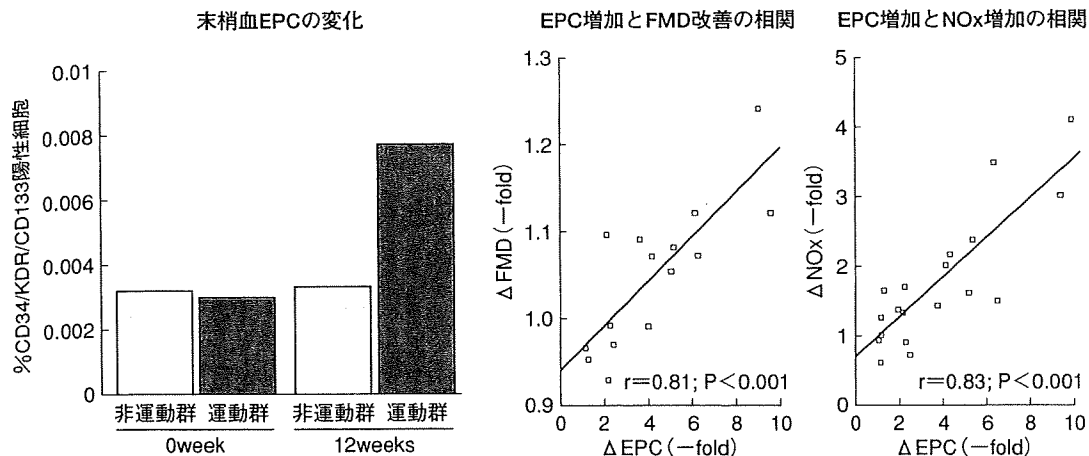


図1 運動療法による内皮前駆細胞 (EPC) の動員¹⁸⁾

冠動脈疾患/冠危険因子保持患者 40 名を運動療法群と非運動群に割付けし、12 週後に末梢血 EPC (CD 34/KDR/CD 133 陽性細胞)、NO_x および前腕血管拡張反応 (FMD) を測定したところ、運動群で EPC が有意に増加し、EPC の増加と FMD 改善度および NO_x 増加度とが良好に相関した。

(3) 炎症マーカーに対する効果

運動療法は炎症・酸化ストレスマーカーを抑制する。健常者や冠危険因子保有者において、強い運動負荷は急性反応として CRP の一過性上昇を生じるが、継続的な運動習慣や運動トレーニングにより血中 CRP はむしろ低下する¹⁹⁾。冠動脈疾患患者においても、長期間の運動療法により高感度 CRP やインターロイキン-6 (IL-6) が低下することが示されている^{20,21)}。また Adams ら²²⁾ は、冠動脈バイパス手術時に採取した内胸動脈標本において、運動療法が血管壁での ROS 産生を減少させ、内皮機能を改善することを明らかにした。運動による炎症マーカーの改善の機序は未確定であるが、酸化ストレス抑制効果や NOS 活性化に伴う脂肪組織・骨格筋・単核球における炎症性サイトカイン産生の抑制が想定されている¹⁹⁾。

(4) 冠動脈狭窄、側副血行路に対する効果

運動療法による動脈硬化病変そのものに対する効果に関しては、継続的な運動療法により冠動脈狭窄病変の進行抑制や退縮が得られることが報告されている^{23,24)} (図 2)。また Belardinelli ら²⁵⁾ は虚血性心筋症患者において、8 週間の運動療法により運動耐容能 (peak VO₂)、ドプタミンへの収縮反応、タリウム集積が改善するとともに、冠動脈造影上の冠側副血行路が増加することを報告している。このほか運動療法によるプラーク安定化作用の間接的な機序として、インスリン感受性改善²⁶⁾、血小板凝集能の抑制²⁷⁾ などが挙げられる。

(5) 冠動脈疾患患者の長期予後に関する効果

これまでの臨床研究により、運動療法が冠動脈疾患や心不全患者の心血管事故を減少させ長期予後を改善することが明らかにされている。Taylor ら²⁸⁾ は 48 編の無作為割付け試験における 8940 例を対象としたメタアナリシスを実施し、運動療法を主体とした心臓リハビリにより急性心筋梗塞後患者の総死亡率が通常治療と比較して 20%低下し (p=0.005)、心死亡率が

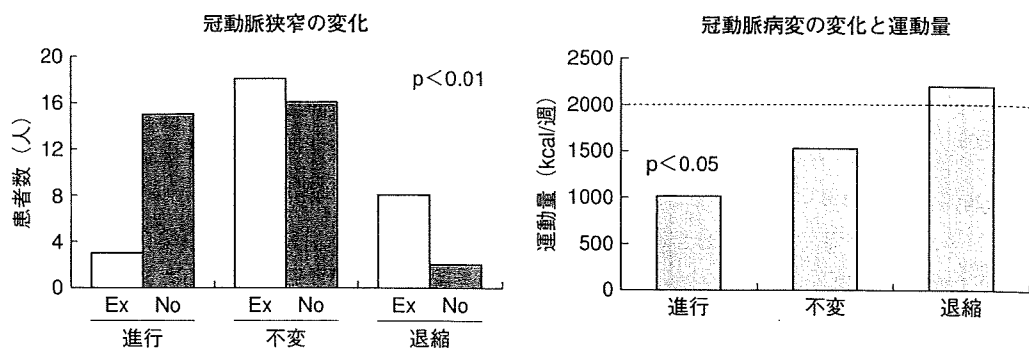


図2 運動療法は冠動脈病変を退縮させる²³⁾

狭心症患者を運動療法施行 (Ex) 群と非運動 (No) 群に割り付けし、1年後に冠動脈造影を再検したところ、冠動脈狭窄進行例には非運動群の患者が多く、退縮例には運動群が多かった。ただし冠動脈病変の退縮には、2,200 kcal/週以上という相当な量の身体運動が必要であった。

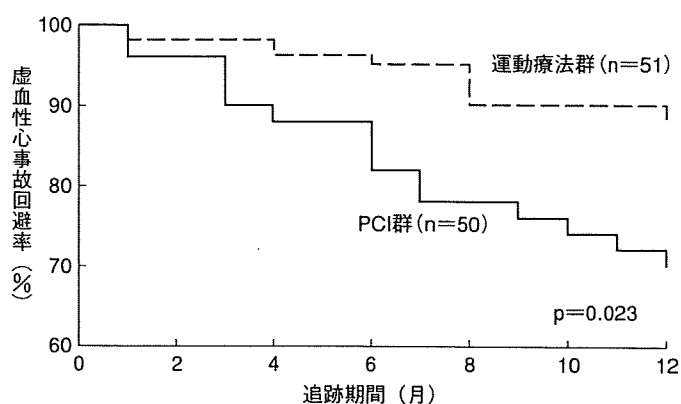


図3 安定狭心症に対する運動療法と冠動脈インターベンション (PCI) の予後改善効果の比較²⁹⁾

安定狭心症患者 101 名を運動療法群と PCI (stent) 群とに無作為に割り付けし、12 カ月間追跡したところ、虚血性心事故 (= 心死亡、脳卒中、心肺停止、冠動脈バイパス術、PCI、不安定狭心症入院) 回避率は運動療法群の方が PCI 群よりも良好で (88% vs 70%, $p = 0.023$)、カナダ循環器学会 (CCS) 分類の運動耐容能 1 段階改善を得るための医療費は低額であった ($\$3429$ vs $\$6956$, $p < 0.001$)。標的病変血行再建率 (TLR) には差がなかった。

26%低下すること ($p = 0.002$) を報告している。Hambrechtら²⁹⁾ は、安定狭心症患者を運動療法群と冠動脈インターベンション (PCI, stent) 群とに無作為に割り付けして 12 カ月間追跡した結果、運動療法群の方が PCI 群よりも虚血性心事故回避率が有意に良好であると報告し、安定狭心症患者の長期心事故抑制効果において運動療法が PCI に勝ることを明らかにした (図 3)。Berardinelli ら³⁰⁾ は、冠動脈ステントを含む PCI 後患者を対象とした無作為に割り付け試験 (ETICA 試験) において、6 カ月間の運動療法実施群は非実施群に比べ再狭窄率には差がなかったが、33 カ月後までの心事故回避率および再入院回避率が有意に良好であったと報告している。

4 根拠となった臨床研究の問題点と限界

心臓リハビリ・運動療法のプラーク安定化作用に関する研究の問題点として、①臨床研究の多くが単一施設における少数例の検討であること、②運動療法そのものの効果であるのか、同時に行われる食事療法などを含む包括的心臓リハビリプログラムの効果であるのかが未確定であること、が挙げられる。しかし、心臓リハビリ・運動療法の長期予後改善効果はメタアナリシス²⁸⁾でも確認されており、エビデンスレベルとしては高い。また効果の機序として、最近では、包括的心臓リハビリによる冠危険因子の改善を介する機序よりも、むしろ運動療法自体によるプラーク安定化・動脈硬化進行抑制作用が重視される傾向にある⁹⁾。

5 本邦の患者に適応する際の注意点

日本人は、欧米に比べ冠動脈疾患罹患率や死亡率が低く、相対的に予後が良好である。したがって欧米データにおける顕著な予後改善効果がそのまま日本人で期待できるか不明である。日本人でのエビデンスが待たれる。またわが国では心臓リハビリ施設の普及がきわめて遅れているため^{31,32)}、退院後に長期継続することが困難な状況にあり、今後広範な普及が必要である。

6 コメント

本稿のタイトル「包括的心臓リハビリテーションはプラークの安定化に有効か？」に対する回答は、もちろん「Yes!」である。さらに追加するなら、①包括的心臓リハビリでなくても、運動療法単独でプラーク安定化に有効である可能性が高い、②プラーク安定化のみならず長期予後改善に有効であるとのエビデンスがすでに存在する、③わが国における課題は、有効かどうかということより、いかにして普及させるかという点である。

■文献■

- 1) 後藤葉一. 心臓リハビリテーション. エビデンスと展望. J Cardiol Jpn Ed. 2009; 3: 195-215.
- 2) Wenger NK, Froelicher ES, Smith LK, et al. Clinical Practice Guideline No.17, Cardiac Rehabilitation. U.S. Department of Health and Human Services, AHCPR Publication No.96-0672, 1995.
- 3) León AS, Franklin BA, Costa F, et al. AHA Scientific Statement. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. Circulation. 2005; 111: 369-76.
- 4) Antman EM, Hand M, Armstrong PW, et al. 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Group to Review New Evidence and Update the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction). Circulation. 2008; 117: 296-329. (STEMI ガイドライン)
- 5) 高野照夫, 小川 聡, 笠貫 宏, 他. 急性心筋梗塞(ST上昇型)の診療に関するガイドライン. Circ J. 2008; 72 Suppl IV: 1347-442.

- 6) 野原隆司, 安達 仁, 伊東春樹, 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). 日本循環器学会ホームページ http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS_2007_nohara_h.pdf
- 7) Anderson JL, Adams CD, Antman EM, et al. ACC/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2002 Guidelines for the Management of Patients With Unstable Angina/Non-ST-Elevation Myocardial Infarction). *Circulation*. 2007; 116: 803-77. (UAP/NSTEMI ガイドライン)
- 8) Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, et al. ACC/AHA 2004 guideline update for coronary artery bypass graft surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). *Circulation*. 2004; 110: e 340-437 (または American College of Cardiology Web Site: <http://www.acc.org/clinical/guidelines/cabg/cabg.pdf>). (CABG ガイドライン)
- 9) Fraker TD Jr, Fihn SD, writing on behalf of the 2002 Chronic Stable Angina Writing Committee. 2007 chronic angina focused update of the ACC/AHA 2002 guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Writing Group to Develop the Focused Update of the 2002 guidelines for the management of patients with chronic stable angina. *Circulation*. 2007; 116: 2762-72. (安定狭心症ガイドライン)
- 10) Smith SC, Allen J, Blair SN, et al. AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update. *Circulation*. 2006; 113: 2363-72. (二次予防ガイドライン)
- 11) Dylewicz P, Bienkowska S, Szczesniak L, et al. Beneficial effect of short-term endurance training on glucose metabolism during rehabilitation after coronary bypass surgery. *Chest*. 2000; 117: 47-51.
- 12) Green DJ, Walsh JH, Maiorana A, et al. Exercise-induced improvement in endothelial dysfunction is not mediated by changes in CV risk factors: pooled analysis of diverse patient populations. *Am J Physiol*. 2003; 285: H 2679-87.
- 13) 後藤葉一. 運動療法. In: 丸山幸夫, 石橋敏幸, 編. 血管保護の新戦略. 東京: ライフサイエンス; 2007. p.193-200.
- 14) Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, et al. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2000; 342: 454-60.
- 15) Hambrecht R, Adams V, Erbs S, et al. Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation*. 2003; 107: 3152-8.
- 16) Laufs U, Werner N, Link A, et al. Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation*. 2004; 109: 220-6.
- 17) Laufs U, Wassmann S, Czech T, et al. Physical inactivity increases oxidative stress, endothelial dysfunction, and atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2005; 25: 809-14.
- 18) Steiner S, Niessner A, Ziegler S, et al. Endurance training increases the number of endothelial progenitor cells in patients with cardiovascular risk and coronary artery

- disease. *Atherosclerosis*. 2005; 181: 305-10.
- 19) Kaspis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers. A systematic review. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 45: 1563-9.
 - 20) Walther C, Mobius-Winkler S, Linke A, et al. Regular exercise training compared with percutaneous intervention leads to a reduction of inflammatory markers and cardiovascular events. *Eur J Cardiovasc Prevent Rehab*. 2008; 15: 107-12.
 - 21) Milani RV, Lavie CJ, Mehra MR. Reduction in C-reactive protein through cardiac rehabilitation and exercise training. *J Am Coll Cardiol*. 2004; 43: 1056-61.
 - 22) Adams V, Linke A, Krankel N, et al. Impact of regular physical activity on the NAD(P)H oxidase and angiotensin receptor system in patients with coronary artery disease. *Circulation*. 2005; 111: 555-62.
 - 23) Hambrecht R, Niebauer J, Marburger C, et al. Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. *J Am Coll Cardiol*. 1993; 22: 468-77.
 - 24) Niebauer J, Hambrecht R, Velich T, et al. Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention: role of physical exercise. *Circulation*. 1997; 96: 2534-41.
 - 25) Belardinelli R, Georgiou D, Ginzton L, et al. Effects of moderate exercise training on thallium uptake and contractile response to low-dose dobutamine of dysfunctional myocardium in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation*. 1998; 97: 553-61.
 - 26) Sabelis LW, Senden PJ, TeBoekhorst BC, et al. Does physical training increase insulin sensitivity in chronic heart failure patients. *Clin Science*. 2004; 106: 459-66.
 - 27) Wang J-S, Li Y, Chen J-C, et al. Effects of exercise training and deconditioning on platelet aggregation induced by alternating shear stress in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2005; 25: 454-60.
 - 28) 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: 682-97.
 - 29) Hambrecht R, Walther C, Möbius-Winkler S, et al. Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease: A randomized trial. *Circulation*. 2004; 109: 1371-8.
 - 30) Berardinelli R, Paolini I, Cianci G, et al. Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37: 1891-900.
 - 31) Goto Y, Saito M, Iwasaka T, 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: 173-9.
 - 32) 後藤葉一. わが国における急性心筋梗塞症の診療に関する実態調査: PCIと心臓リハビリテーションの普及実態. *冠疾患誌*. 2008; 14: 1-6.

<後藤葉一>

15 心臓リハビリテーション

Don't Forget!

- 対象は発症期を除く急性心筋梗塞, 狭心症, 心臓手術後, 大血管疾患, 慢性心不全, 閉塞性動脈硬化症などである。
- 運動療法, 生活指導, 完危険因子の是正, カウンセリングなど, 多要素包括的な介入である。
- 中心である運動療法は, 運動負荷試験による運動処方に基づいて行う。
- 重症例ほどその効果は大きい。

1 基本的な考え方

心臓リハビリテーション(心リハ)は, 循環器疾患に対する包括的かつ継続的な治療ならびに予防戦略と定義されている。具体的には, 医学的評価, 運動処方, 冠危険因子是正, 教育およびカウンセリング等からなる長期プログラムであり, 中心となるのは運動療法である。対象となる患者は, ごく一部の疾患や発症期および不安定期を除く全ての心血管疾患患者(特に動脈硬化性疾患)であり, さらにそれらの疾病の発症の危険が高いと予想されるメタボリックシンドロームなど生活習慣病の患者である。

2 循環器疾患の各種機能異常是正効果(表1)

一般に内科疾患に対する運動療法の効果としては, ①疾病の原因に介入する, いわばup-stream治療, ②疾患によって引き起こされた病態を是正する治療, がある。心リハの分野では, 前者には冠動脈疾患が含まれ, 後者には心機能自体はもはや予後規定因子とはならず, 調節系や末梢機能が予後規定因子となっている, 慢性心不全などが含まれる。

3 QOL改善効果

心筋梗塞症例を始め冠動脈バイパス術後, 慢性心不全では約1/3の症例にうつ症状が

みられ, 独立した危険因子の1つである。心リハの精神的効果として, QOLや行動特性の改善が報告されている。特に, 教育・カウンセリングなどの併用で, ストレス管理や緊張緩和の訓練はA型行動パターンを修正することに役立つ。また, 運動耐容能増加に伴い日常生活活動レベルが改善し, 慢性心不全例でもQOLを改善する。

4 生命予後改善効果

a 二次(再発)予防効果……………

多要素心臓リハビリテーションが心筋梗塞患者の予後を改善することが証明されている。21編の心臓リハビリテーションに関する論文のメタアナリシスでは, 約20%の死亡率の低下が認められ¹⁾, これは心筋梗塞に対する β 遮断薬療法や心不全に対するアンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害薬療法の効果と同等であったとされている。また, 2004年に発表されたヨーロッパを中心としたメタアナリシスでは, 慢性心不全に対する運動療法は安全で, 入院を減らし, かつ生命予後を改善することが示されている²⁾。心筋梗塞症について, 米ミネソタ州オルムステッド郡の心筋梗塞患者1,821例を対象にした検討(平均観察期間6.6年)では, 心臓リハビリテーション実施群は非実施群に比べて死亡を56%, 心筋梗塞再発を28%減少させたことが示されている(図1)³⁾。

b) 冠危険因子是正による一次予防効果…………… 少させるため多くの介入が行われ、それらの効果(寄与率)に関する報告が多くされている。そのほとんどは発症後の治療よりも

表1 運動療法を中心とした心臓リハビリテーションの効果

改善効果	作用点	機序・内容
冠危険因子と抗動脈硬化	インスリン感受性	筋肉量の増加, 筋インスリン受容体数増加, レセプターキナーゼ活性亢進, 解糖系・TCA 回路の酵素活性, 糖輸送担体の変化
	高血圧	自律神経バランス改善, 血管拡張物質の増加, 循環血液量の減少, インスリン感受性改善
	脂質代謝	中性脂肪低下, LCAT 増加, 総コレステロール低下, LDL コレステロール低下, HDL コレステロール増加, VLDL の増加抑制
自律神経・体液性因子	冠動脈硬化	冠危険因子改善, 抗炎症作用, サイトカイン低下, 血管内皮修復作用, 抗酸化作用増加
	副交感神経	副交感神経活性増加
炎症・免疫系	交感神経	交感神経活性低下
	サイトカイン	TNF- α ・IL-6・INF- γ 減少, IL-4・IL-10・TGF- β 1 増加
血管拡張能	CRP	CRP 減少
運動耐容能	血管内皮機能	Nitric Oxide 産生増加, 内皮前駆細胞増加
心機能	酸素輸送能・利用能	最大酸素摂取量増加, 有気代謝能改善, 骨格筋代謝改善
	左室収縮能・拡張能・1 回拍出量	心ポンプ機能改善(駆出率・1 回拍出量増加), 側副血行路発達, 拡張能の改善, 収縮能改善(?), 骨格筋ポンプ改善
左室リモデリング	左室収縮・拡張期径	リモデリング軽減ないし影響なし
骨格筋	骨格筋量, 筋線維割合	骨格筋量の増加, 筋線維割合の正常化
呼吸器系	運動時換気効率	心拍出量増加, 換気パターンの改善, 化学受容体感受性改善
精神感情面	精神面	QOL 改善, 行動特性の改善, うつの改善

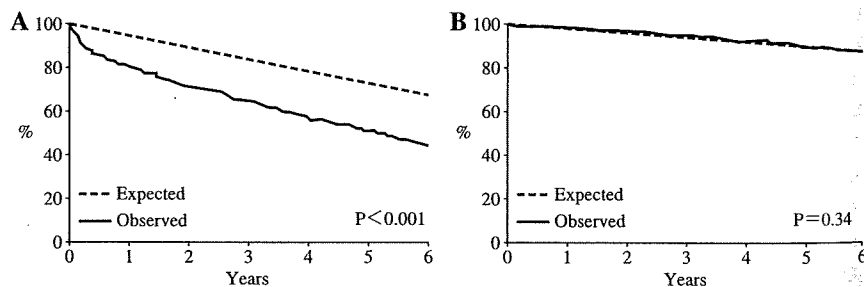


図1 心筋梗塞(MI)後の心臓リハビリテーションの効果(文献3より引用)
 ミネソタ州オルムステッド郡の心筋梗塞患者 1,821 例を対象とし、心臓リハビリテーションの有無で生命予後を検討した。観察期間 6.6 ± 4.6 年、死亡 774 例、MI 再発 493 例で、死亡は 56% 減少、再発は 28% 減少した。特筆すべきは、心リハを実施した群は同地域の対照群と同等の生命予後曲線を示したことである。(破線はミネソタ州の予測生存曲線)

一次予防、即ち冠危険因子是正の効果が大きかったとしている。これらの中で唯一治療の方が寄与率が高かったとする報告をみても、20年間で冠動脈疾患による死亡は半減し、44%は危険因子への介入、47%が治療によるものであり、治療の中で最も有効であったのは心リハを含む二次予防であった。

5 医療経済的効果

前述のように、心リハは包括的な介入であり、治療としてのみならず、循環器疾患に対する極めて強力な予防手段である。当然、その医療経済的効果は顕著なものがあり、数多くの研究により、すでに確立したエビデンスとなっている。例えば、1992年Adesらは心筋梗塞後および冠動脈バイパス術後の患者に対する心リハは、約40%の医療費削減をもたらしたとしている⁴⁾。

6 運動療法の実際⁵⁾

a 第I相(発症期・急性期) ……………

発症期の冠動脈造影ならびに血行再建術がルーチンに行われるようになり、心臓手術後においても安静時間は極めて短くなった。この時期は合併症の予防に努め、い

ゆる理学療法が中心となる。心臓術後や大動脈バルーンパンピング、呼吸管理が必要な重症の場合には、極力ベット上でできる低強度のレジスタンストレーニングがdeconditioningや骨格筋の萎縮、血栓塞栓症などを予防する上で有用である。合併症がなく30m～100m程度の歩行負荷試験がクリアできれば、一般病棟へ転出し前期回復期リハビリへ移行する。

b 前期第II相(前期回復期・入院中) ……………

重篤な合併症がない場合には、4～7日目には運動処方のための重最大負荷試験が行われ、第II相の心臓リハビリテーションが開始される。運動負荷試験を行って運動処方を作製、積極的な持久力トレーニングを開始する。この時期は比較的安全域が狭いのでエルゴメータを用い、極力心肺運動負荷試験を実施して嫌気性代謝閾値(AT)を確認するか、できない場合にはガス交換比(R)が1程度、血圧も160～170mmHg程度(大血管疾患の場合は150mmHg)を上限に負荷試験を中止する。当然、危険な不整脈、ST変化にも注意が必要である。即ちAT以下で血圧が150mmHg未満、虚血性ST変化のないレベルでの運動強度を処方し、1回10分程度から徐々に30分程

E 非薬物療法

☑ 心肺運動負荷試験

トレッドミルまたはサイクルエルゴメータなどの負荷装置を用いて運動負荷試験を行い、心電図および連続呼気ガス分析装置による呼気中の酸素濃度・二酸化炭素濃度ならびに換気量をリアルタイムに計測し、最高酸素摂取量、嫌気性代謝閾値(AT)などの代謝諸指標を測定すること。
対象疾患・適応：

- 1) 労作時息切れ、動悸、易疲労性、運動制限の鑑別診断(呼吸器疾患・循環器疾患・代謝異常・血液疾患など)
- 2) 狭心症、急性・陳旧性心筋梗塞症、虚血性心疾患、心臓弁膜症、心筋症、先天性心疾患、不整脈、肺性心、心不全などの重症度判定、手術(心移植を含む)適応決定、治療効果判定、予後判定
- 3) 生活習慣病に対する運動療法、心大血管リハビリテーションのための運動処方作成
- 4) 循環器疾患患者の学校・職域・運動許可条件決定

(伊東春樹)



度まで運動時間をのばしていく。心肺運動負荷試験ができない場合には、最大心拍数の50～70%、心拍予備能の40～60%の処方とする。心筋梗塞発症期に冠動脈形成術が実施された場合には7～14日間程度運動負荷試験を控える施設が多く、それによる事故はほぼないといつてよい。

早期退院だけを目的としている急性期病院の場合、第Ⅱ相の心臓リハ・運動療法は行われないので、患者のQOLの低下や予後に対するマイナス面は大きい。従って極力外来通院型の後期第Ⅱ相心臓リハを行うべきである。

c 後期第Ⅱ相(後期回復期・外来) …

退院後は2週間に一回程度の通院で1～2か月間経過をみることが多いので、この間に外来看護師を中心に禁煙、食事、生活指導を含めた包括的心臓リハビリテーションが行われる。引き続き持久力トレーニングを中心とした運動療法が継続され、1か月後、3か月後、6(5)か月後、または終了時に運動負荷試験を行って運動処方の再発行や、効果判定、予後判定などを行う。保険診療は一部を除いてリハビリ開始後5か月間であるので、その後は維持期心臓リハへ移行する。

d 第Ⅲ相(維持期) ……………

維持期心臓リハは再発予防を目的として生涯にわたって続けることを目指すので、モチベーションの維持に対する工夫が必要で、

生活の一部に運動療法が取り込まれることを目標とする。スポーツを取り入れた「スポーツ心臓リハビリテーション」なども考慮すべきである。この時期の運動処方もATを基準とすることが勧められるが、安全域が広がってくるので、最大負荷試験による最高心拍数を用いて、いわゆるカルボナーネン法で心拍数を目安とした運動強度の設定も可能である。具体的には、最高心拍数から安静時心拍数を減じ(心拍予備能)に0.5～0.7を乗じて安静時心拍数を加えることにより、運動療法時の目標心拍数が得られる。生涯にわたり生活習慣の変容を目指して、包括的心臓リハを行うことは、危険因子の改善にも効果があり、極めて重要である。

7 おわりに

急性心筋梗塞症に対する心臓リハビリテーションは、安静期間が短くなった現在、安静臥床によるdeconditioningからの早期回復を目的とした運動療法は過去のものとなった。しかし、運動のもつ強力な抗動脈硬化作用は、虚血性心疾患のみならず、閉塞性動脈硬化症や大血管、脳動脈を含めた全身の動脈硬化性疾患に対し極めて有用な二次予防手段であることが立証されている。さらに、今後増加すると考えられる慢性心不全患者に対し、調節系やその他の多臓器機能を回復することにより、QOLおよび

ATを基準とした運動処方

心肺運動負荷試験で得られる指標の1つである嫌気性代謝閾値(AT)は、その生理学的特性から各種疾患に対する運動処方や、健常例・アスリートの持久力トレーニングの運動強度として汎用されている。ATレベル以下の運動の特徴は、①長時間持続することが可能、②疲労物質である乳酸の持続的上昇はなく、アシドーシスは起こらず、③血中カテコラミンの著しい増加はなく、④運動強度増加に対する心機能の応答は保たれている、などの特徴がある。アシドーシスやカテコラミンの増加は体内環境を悪化させ、各臓器機能を障害し、不整脈の誘発や血管収縮により心臓に対する後負荷増大を惹起する。さらに心疾患患者ではAT以上で左室駆出率の低下をきたす例が多いことも見逃せない。したがって運動療法ではATを運動強度の上限として設定することは妥当と考えられる。(伊東春樹)