

心疾患における運動療法に関するガイドライン

Guidelines for Exercise Training in Patients with Heart Disease (JCS 2002)

合同研究班参加学会：日本循環器学会，日本心臓病学会，日本心臓リハビリテーション学会，日本臨床スポーツ医学会，
日本冠疾患学会，日本胸部外科学会，日本理学療法士協会，日本心電学会，日本小児循環器学会

班 長 齋 藤 宗 靖 自治医科大学大宮医療センター循環器科
班 員 谷 口 興 一 群馬県立心臓血管センター
神 原 啓 文 大阪赤十字病院
片 桐 敬 昭和大学第三内科
後 藤 葉 一 国立循環器病センター内科心臓部門
野 原 隆 司 田附興会北野病院循環器科
伊 東 春 樹 (財)心臓血管研究所付属病院
前 原 和 平 白河厚生総合病院
上 嶋 健 治 岩手医科大学循環器医療センター
中 谷 武 嗣 国立循環器病センター臓器移植部
川久保 清 東京大学医学研究科健康増進科学
岸 田 浩 日本医科大学付属多摩永山病院循環器内科

班 員 武 者 春 樹 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院
長 嶋 正 實 あいち小児保健医療総合センター
山 田 純 生 聖マリアンナ医大リハビリテーション部
高 橋 幸 宏 (財)日本心臓血管研究振興会附属榊原記念病院外科
協力員 橋 本 重 正 自治医科大学大宮医療センター循環器科
長 山 雅 俊 (財)日本心臓血管研究振興会附属榊原記念病院循環器内科
安 達 仁 群馬県立心臓血管センター
小 林 昇 岩手医科大学循環器医療センター
橋 本 信 行 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院循環器内科
小 澤 敦 聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院循環器内科

外部評価委員

北 嶋 顕 北海道大学大学院医学研究科循環病態内科学
村 山 正 博 聖マリアンナ医科大学
木 全 心 一 東京厚生年金病院

道 場 信 孝 帝京平成大学専門学校
田 中 宏 暁 福岡大学スポーツ科学部

目 次

はじめに

1 運動療法の有用性とその機序

身体的効果

1. 運動療法の効果と安全性
2. 運動耐容能の増加
3. 心室リモデリングに対する影響
4. 冠循環に及ぼす効果
5. 換気機能の改善
6. 自律神経機能の改善
7. 末梢循環に及ぼす影響
8. 骨格筋の適応現象
9. 冠危険因子の是正
10. 生命予後の改善

精神的効果および Quality of Life に及ぼす効果

1. Quality of Life (QOL) の評価法
2. 心臓リハビリテーションの QOL に及ぼす効果 - 無作為化対照試験の結果
3. 心臓リハビリテーションの内容と QOL の改善
 - 1) 運動療法単独と包括的リハビリテーション
 - 2) 運動強度および期間
4. 我が国における研究成果
5. 心不全における運動療法と QOL
 - 二次予防効果
 1. 運動療法による予後改善とその機序
 2. 動脈硬化危険因子の是正
 - 1) 高血圧

- 2) 高脂血症
 - 3) 喫煙
 - 4) 肥満 (体重管理)
 - 5) 糖尿病
- 2 費用 - 効果分析からみた運動療法の効果
- 1. 我が国の運動療法に関わる医療費
 - 2. 費用効果分析
 - 3. 運動療法に要する費用
 - 4. 運動療法の経済的效果
 - 5. 費用効果
- まとめ
- 3 運動療法の一般的原則
- 運動療法における患者選択とリスクの層別化
- 1. 運動療法のためのメディカルチェック
 - 2. 運動負荷試験
 - 3. 生活習慣病に対する運動療法
 - 4. 虚血性心疾患の運動療法
 - 5. その他の心疾患患者の運動療法
- 運動処方の一般的な原則
- 1. 運動処方の目的
 - 2. 運動処方の作り方
 - 1) ウォームアップ
 - 2) 持久性運動
 - 3) レクリエーション運動
 - 4) レジスタンストレーニング
 - 5) クールダウン
- 心血管系患者における運動時の一般的注意
- 4 心疾患の病態と運動療法
- 心筋梗塞
- 1. 運動療法の効果
 - 1) 死亡率の改善
 - 2) 運動耐容能の向上
 - 3) 自律神経系への影響
 - 4) 精神的効果
 - 5) 左室リモデリング
 - 2. 運動処方
 - 1) 運動負荷試験と運動処方
 - 2) 運動処方の実際
 - 3) 運動療法の禁忌・中止
 - 3. 留意点
 - 1) リハビリテーションへの参加とコンプライアンスの維持
 - 2) 冠動脈インターベンション症例の運動療法
 - 3) その他
- 心臓術後
- 1. 運動療法の効果
 - 1) 運動耐容能
 - 2) 冠危険因子
 - 3) 自律神経活性
 - 4) 心機能および末梢機能
 - 5) グラフト開存率
 - 6) QOL
 - 7) 精神面
- 8) 再入院率および医療費
2. 運動療法の方法
- 1) 開心術後の急性期リハビリテーションプログラム
 - 2) 運動療法開始時の注意点
 - 3) 有酸素運動
 - 4) レジスタンストレーニング
 - 5) 呼吸理学療法
 - 6) 家庭での運動療法
 - 7) 運動療法の開始時期
 - 8) 運動療法の阻害因子
- 狭心症・冠動脈インターベンション
- 1. 狭心症
 - 1) 狭心症状
 - 2) 冠動脈病変
 - 3) 心筋灌流
 - 2. 冠動脈インターベンション後
 - 1) 運動療法効果
 - 2) 運動療法の適用時期
- 不整脈
- 1. 運動と不整脈
 - 2. 運動トレーニングの中止基準
 - 3. 運動中の心事故
 - 4. 不整脈に対する運動療法の効果
 - 5. 運動療法による心室性不整脈減少の機序
 - 6. 不整脈研究の限界と問題点
 - 1) 不整脈出現の再現性
 - 2) 運動負荷試験と運動療法中の不整脈出現の乖離
 - 3) 不整脈の重症度
- まとめ
- 左室機能不全 (慢性心不全)
- 1. 慢性心不全における運動耐容能低下の機序
 - 2. 慢性心不全に対する運動療法の効果
 - 1) 運動耐容能
 - 2) 心臓に対する効果: 心機能, リモデリング, 冠循環
 - 3) 末梢に対する効果: 骨格筋・呼吸筋・末梢血管
 - 4) 中枢神経系に対する効果: 自律神経機能, 呼吸中枢
 - 5) QOL と長期予後に対する効果
 - 3. 慢性心不全に対する運動療法の適応と禁忌
 - 4. 慢性心不全に対する運動療法の実際
 - 1) 運動療法プログラム
 - 2) 導入初期の注意
 - 3) 経過中の注意
 - 4) 終了時の評価
 - 5) 患者教育
5. まとめと将来の課題
- 心臓移植後
- 1. 心臓移植患者の特徴
 - 2. 移植心の生理学
 - 1) 除神経心
 - 2) 移植心の心機能
 - 3. 心臓移植後のリハビリテーションの効果
 - 4. 心臓移植後のリハビリテーションプログラム
 - 1) 急性期
 - 2) 回復期
 - 3) 維持期
- まとめ

- 5 特殊な集団における運動療法
 - 小児心疾患における運動療法 - 先天性心疾患を中心に
 1. 術後症例
 - 1) 先天性心疾患手術後の運動療法の重要性
 - 2) 目的と患児の選択
 - 3) 運動耐容能の評価と運動処方
 - 4) 運動療法の効果
 2. 未手術例
 - 1) 非チアノーゼ型先天性心疾患
 - 2) チアノーゼ型心疾患
 3. 小児運動療法の問題点と今後の課題
 - 高齢者心疾患における運動療法
 1. 高齢者における運動療法の意義
 2. 高齢者心疾患における運動療法
- 6 運動療法システムの提案
 - 運動療法のシステム作り
 1. 我が国の心臓リハビリテーションの将来展望
 - 1) 入院期間の短縮と回復期リハビリテーションの必要性
 - 2) 運動療法参加者の多様化
 - 3) エビデンスに基づく運動処方
 - 4) 心臓リハビリテーション施設の有効利用
 - 5) 包括的心臓リハビリテーション
 2. 心臓リハビリテーションに必要な職種
 3. 心臓リハビリテーションに必要なスタッフの数
 4. 提 案
 - 運動療法に必要な機器と設備・施設
 1. 運動療法に必要な機器
 - 1) 運動機能評価に必要な機器
 - 2) 生体反応のモニタリング機器
 - 3) 運動療法に必要な機器
 - 4) その他の機器
 2. 運動療法施設の設計
 3. 運動療法施設の例示
 - 地域運動療法施設との関係
 1. 一次予防・二次予防に対する行政の対応
 2. 民間運動療法施設の育成と連携
 3. 医療施設における運動療法施設の運営
 4. 運動療法実施のためのマンパワーと資格
 5. 診療報酬算定の現状

心疾患の運動療法に関するガイドラインのまとめ

用語の解説

(無断転載を禁ずる)

はじめに

ガイドラインは、特定の疾患における適切な健康管理に関し、医療従事者ならびに患者の判断を助けるために作成された手引書である。「循環器疾患の診断と治療に関するガイドライン」シリーズは、日本循環器学会学術委員会が中心となって多くの関連学会と連携を取りながら作成が進められているもので、今回のガイドラインは「心疾患の運動療法」に関するものである。作成にあたった委員は主に日本循環器学会、日本心臓病学会、日本心臓リハビリテーション学会の会員および前述の関連学会の代表者によって構成されている。

心疾患の運動療法は、心臓リハビリテーションの中心的な部分として発展・普及してきたもので、心臓リハビリテーション抜きに語ることはできない。心臓リハビリテーションは1930年代の長期安静臥床による心筋梗塞患者の管理に始まり、多くの紆余曲折を経ながら監視型運動療法が確立され、最近では運動療法を中心とした包括的リハビリテーションあるいは多要素リハビリテーションの中の中心的な部分を占め、医療の中に定着している。我が国においても近年心臓リハビリテーション運動療法の健康保険適用と相まって、急速に普及しつつある

が、心臓リハビリテーション先進国である米国には大きな遅れをとっており、その意味でも我が国の実情に合ったガイドラインの作成が望まれていた。

今回、日本循環器学会学術委員会によって企画された「心疾患における運動療法に関するガイドライン」は、まさに我が国において心臓リハビリテーション運動療法の普及をはかる目的で作られた初めてのガイドラインである。運動療法は運動生理学や病態学を専攻する一部の研究者のものではなく、リハビリテーションや予防医学を志す医師・コメディカルや運動関係者すべてが積極的に取り組まなければならない、重要な治療法の1つであるといえる。このガイドライン作成を契機に運動療法がさらに普及することが望まれる。

ガイドライン作成の経緯

ガイドラインの作成は evidence based medicine に基づいて行われた。すなわちガイドラインの作成にあたっては、まず広範な論文の検索が行われ、経験的な証拠と厳密に科学的な成果とに分けることを目的としてレビューと再構築が行われた。すべての論文は以下に示す基準にしたがってランク付けが行われ、その中からガイドライン作成に必要なものだけを厳選して文献として引用した。文献には A, B, C のランクをつけた。なお、文献

の採用, 引用に当たっては AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research, 米国医療政策研究局) および NHLBI (National Heart, Lung, and Blood Institute, 米国立心臓血液研究所) によって作成・刊行された Clinical Practice Guideline「心臓リハビリテーション」¹⁾を参考に, より update に, かつ日本から報告された論文を広く検索して日本人のためのガイドラインを作成することを心がけたが, 現状では日本人による evidence は極めて乏しく, 特に厳密な意味での無作為化対照試験は皆無に近かった。したがって欧米のデータに基づいて作成しなければならないところが大きな部分を占めざるを得なかった。

文献の質的評価システム

エビデンスのランク付けに関しては, 米国 AHCPR (米国医療政策研究局)「心臓リハビリテーションのガイドライン」(日本心臓リハビリテーション学会監訳)¹⁾の grading scale をもとに, 日本循環器学会学術委員会「虚血性心疾患の一次予防」に関するガイドライン作成班(北島班)によって修正された「文献の質的評価システム」²⁾を用いた。

- 0 大規模無作為試験のメタアナリシス
 大規模なよく管理された無作為化比較試験
 小規模だがよく管理された無作為化比較試験
 よく管理されたコホート研究
 よく管理されたケースコントロール試験
 非比較対照試験または対照の少ない比較対照試験
 一致しないデータではあるが, 治療指針の作成に有用
 専門家の意見

また, 簡易分類として上記の分類をさらに簡略化した分類を用いたが, 文献末尾にはこの簡易分類を記載した。

- A. 良好な証拠 (0 ~)
 B. かなりの証拠 (~)
 C. 専門家の意見 ()

ガイドラインの構成について

まず心疾患における運動療法の有用性について, 内外の文献からエビデンスに基づいて概説した。その内容は身体的効果, 精神的効果(特に QOL の改善について), 二次予防効果(リスクの是正を含めて)に分けてまとめた。さらに 1 章を設けて運動療法の有用性を費用・効果関係から論じたが, この分野における我が国のデータは皆無であり, 将来必ず取り組まなければならない重要な部分であるとの認識に基づいている。次いで, 健常者

ならびに心疾患患者を対象に, 運動療法にあたっての一般の原則をまとめ, 実際の運動療法の対象となる心疾患の中から心筋梗塞, 心臓術後, 狭心症・冠動脈インターベンション, 不整脈, 慢性心不全, 心移植患者をとりあげ, 運動療法が有効であることのエビデンスと, 実際の指導法についてまとめた。つづいて特殊な疾患群として小児心疾患と高齢心疾患をとりあげ, 運動療法の有用性, 実施にあたっての注意事項をまとめた。そして最後に運動療法システムの提案として, 運動療法システムの作り方, 運動療法に必要な機器・施設・設備, 行政・地域との連携などをとりあげてまとめたが, この最終章は evidence based medicine というよりは, 我が国におけるリハビリテーションの問題点を考察しながら, ガイドライン委員の総意に基づいて, 運動療法を普及させるにあたっての提言をまとめたものである。さらに最後に, 読者の理解を助けるために, ガイドラインに出てくる専門的な用語について解説を加えた。

最近厚生労働省では日本人の健康目標として「健康日本 21」を掲げ, その中で中高年健常者における規則的な運動を推奨している。健常中高年, 高血圧・糖尿病・高脂血症・肥満などの動脈硬化危険因子保有者において, 運動は一次予防の中心的な部分を占めているが, このガイドラインで取り上げた内容は, あくまで心疾患を有する人のための運動療法であり, その意味ではリハビリテーションあるいは二次予防を目的としている。健常者あるいは危険因子保有者の運動負荷試験・運動療法についてはすでに多くのガイドラインや指針が提唱されているので^{2)・4)}ここではふれないことにした。

ガイドライン作成委員の選定に当たっては, 実際に心疾患の運動療法に携わっている若手研究者を中心とし, 実務的なガイドラインとなるよう心がけた。また関連学会として, 日本心臓病学会, 日本心臓リハビリテーション学会, 日本臨床スポーツ医学会, 日本冠疾患学会, 日本胸部外科学会, 日本理学療法士学会, 日本心電学会, 日本小児循環器学会と関係をとるために, 当該学会を代表する人にも参加していただいた。

1 運動療法の有用性とその機序

身体的効果

運動療法は心臓リハビリテーションの中心的な役割を担っており、表 1 に示すようなさまざまな身体効果が証明されている。主たる効果は運動耐容能の増加であり^{5)・27)}、労作時呼吸困難や疲労感などの心不全症状や狭心症発作など、日常生活における諸症状を軽減して生活の質 (QOL) を改善する。また、包括的リハビリテーションの一環としての運動療法は、高血圧・高脂血

症・糖尿病など冠危険因子を是正する⁵⁾。そしてこれらの総合的な効果として、冠動脈イベントの発生や心不全増悪による入院を減らし、生命予後を改善することが報告されている^{6)・8)}。

1. 運動療法の効果と安全性

さまざまな身体効果は、運動療法開始前の身体機能や重症度、用いる運動の種類、持続時間や頻度によって異なる。運動耐容能の改善を目的とした運動療法では、歩行や自転車走行など大きな筋群を用いる動的な有酸素運動が用いられ、最高酸素摂取量の 40~85%、あるいは最高心拍数の 50~90% の運動強度が用いられてきた。この強度の有酸素運動を 1 日 20~40 分間行い、週 3 回以上の頻度で 12 週間以上継続した場合に最も安定した効果が得られる。このような個人の運動能力および病態

表 1 運動療法の身体効果

項目	内 容	ランク	文 献
運動耐容能	最高酸素摂取量増加	A	5-27
	嫌気性代謝閾値増加	A	6, 12, 24, 25
症 状	心筋虚血閾値の上昇による狭心症発作の軽減	A	17, 18, 22
	同一労作時の心不全症状の軽減	A	6, 9, 14, 15, 24
呼 吸	最大下同一負荷強度での換気量減少	A	24, 25
	最大下同一負荷強度での心拍数減少	A	15, 16, 17
冠 動 脈	最大下同一負荷強度での心仕事量 (二重積) 減少	A	17
	冠狭窄病変の進展抑制, 軽度の退縮	B	19-21
	心筋灌流の改善	B	6, 17, 18
中心循環 末梢循環	冠動脈血管内皮機能の改善	B	23
	最大動静脈酸素較差の増大	B	15, 16
	安静時, 運動時の総末梢血管抵抗減少	B	12, 15
骨 格 筋	末梢動脈血管内皮機能の改善	B	27
	ミトコンドリアの増加	A	32
	骨格筋酸化酵素活性の増大	A	32
	骨格筋毛細管密度の増加	A	32
冠危険因子	型から 型への筋線維型の変換	A	32
	高血圧, 脂質代謝, 糖代謝の改善	B	5
自律神経	交感神経緊張の低下	A	9, 26, 28
	圧受容体反射感受性の改善	B	26
血 液	血小板凝集能低下	B	33
	血液凝固能低下	B	34
予 後	冠動脈性事故発生率の減少	A	7, 8
	心不全増悪による入院の減少	B (CAD)	6
	生命予後の改善	B (CAD)	6-8

A: 証拠が十分であるもの, B: 論文の質は高いが論文数が十分でないもの, CAD: 冠動脈疾患

に応じた運動処方による運動療法の安全性は確立されており、運動中の心事故や他の有害事象の発生を増すことはなく^{5)・12)}、また長期の運動による心機能の増悪や心室リモデリングを来さないことが明らかにされている^{10)・12)}。

2. 運動耐容能の増加

心疾患患者における運動耐容能の低下は、心機能低下に基づく中枢性および末梢性の循環障害に加え、慢性的な循環障害や身体活動性の低下に起因する骨格筋の機能障害や換気機能障害などの総和として出現する。運動耐容能の改善は、心疾患の運動療法において最も確実に得られる効果であり、運動能力の指標として用いられる最高酸素摂取量は 15~25% 増加する^{5)・27)}。この結果、日常労作の相対的運動強度が低下し、日常生活における息切れなどの諸症状が改善する。運動耐容能の改善効果は性・年齢にかかわらず認められ^{9)・13)}、また運動療法開始前の運動耐容能が低いほど大きいことが知られている¹⁴⁾。

運動耐容能改善の機序に関しては、最大心拍出量、心室充満圧および心室収縮能の改善などの中枢性効果は認めないという報告が多く、また最大動静脈酸素較差の増大や下肢血流量増加を認めることから^{12)・15)・16)}、末梢循環や骨格筋機能の改善など末梢性効果が主たる機序と考えられている。また心筋虚血が運動制限因子となる虚血性心疾患においては、心筋灌流の改善が運動耐容能増加の重要な機序となる^{6)・17)・18)}。

3. 心室リモデリングに対する影響

運動療法が開始された初期には、運動療法による心仕事量の増大が心機能を増悪し、心室リモデリングを助長することが懸念されたが、現在では心機能低下例や心拡大例においてもリモデリングを来さずに運動耐容能を改善することが明らかにされている^{10)・12)}。急性心筋梗塞では心室リモデリングの完成に 8~10 週を要するが、急性前壁梗塞発症後 4~8 週目から 6 ヶ月間行った運動療法において、最高酸素摂取量は有意に増加したが左室全体あるいは局所の拡大を認めなかったことが報告されている¹⁰⁾。また左室駆出率 40% 以下の症例を対象とした報告によれば、非運動療法群では左室が有意に拡大したのに対し、運動療法群では左室拡大が認められず左室駆出率が有意に改善した¹¹⁾。これらの事実は運動療法が梗塞後の心室リモデリングを抑制する可能性を示唆している。拡張型心筋症を対象とした検討でも、6 ヶ月間の運動療法により最高酸素摂取量は有意に増大し、左室駆出率は不変で左室拡張末期径は減少傾向を示した¹²⁾。この

ように多くの報告で長期間の運動療法は心機能の増悪や心拡大を来さず、むしろ改善傾向を示すとしている。

運動療法を行っても最大心拍数は変わらないが、同一負荷量における心拍数は減少し¹⁵⁾、同一負荷時の収縮期血圧の低下と相まって心仕事量を減少する¹⁷⁾。この効果は冠動脈疾患において心筋虚血作閾値を上昇させ、狭心症発作を軽減する。

4. 冠循環に及ぼす効果

冠動脈病変の進行抑制やプラークの安定化に関する運動療法単独の効果は明らかではないが、食事療法を併用した包括的リハビリテーションでは、わずかではあるが冠動脈病変の有意な退縮と冠事故発生率の低下が報告されている^{19)・21)}。運動療法と低脂肪食を併用して 6 年間追跡した研究で、総コレステロールと中性脂肪値は対照群と不変であったにもかかわらず、冠動脈病変の進行は有意に抑制され、運動療法の効果が示唆された²¹⁾。

運動療法は心筋灌流を改善して心筋虚血閾値を高めることが、運動負荷心電図検査や心筋シンチグラフィにより証明されている^{17)・18)・22)}。この機序についてはこれまで、冠動脈狭窄病変の退縮と側副血行の発達が生じる主要因として期待されてきたが、側副血行の改善に関しては一定の見解が得られておらず、またわずかな狭窄度の改善のみでは心筋灌流の改善を説明することが困難であった。近年、心筋虚血の要因として冠拡張予備能低下の重要性が指摘されており、運動療法がアセチルコリンに対する血管収縮反応を改善して血流を増すこと、冠微小循環のアデノシンによる拡張反応を増強することが報告されている²³⁾。これら内皮依存性および非依存性の血管拡張能反応の改善は、冠狭窄度が不変であっても冠灌流が改善する機序となりえるものと考えられる。

5. 換気機能の改善

慢性心不全では肺循環障害に基づく死腔換気量の増加、四肢骨格筋や呼吸筋からの換気刺激の亢進などにより運動時の換気量が増大する。この過剰換気に呼吸筋力の低下が加わって呼吸困難を生ずる労作の閾値が低下する。運動療法は骨格筋からの求心性刺激の減少²⁸⁾や呼吸筋機能の改善²⁹⁾などの機序を介して過剰換気を是正し、呼吸困難感を軽減する^{24)・25)}。

6. 自律神経機能の改善

心疾患患者では持続的な交感神経緊張の亢進が生じ、心不全の進展や重症不整脈の発生に寄与することが推定されている。この機序として骨格筋をはじめとする末梢

組織から交感神経中枢への求心性刺激の増加や、圧受容体反射の感受性低下などが推測されてきた。運動療法はこの求心性刺激を減じ²⁸⁾、圧受容体反射の感受性を改善することが報告されており²⁶⁾、交感神経緊張を低下し副交感神経緊張を増加させる^{9), 26)}。

7. 末梢循環に及ぼす影響

慢性心不全は血行動態上、安静時の総末梢血管抵抗の上昇と血管拡張反応の不良により特徴づけられ、運動時の骨格筋血流増加反応不良は運動耐容能低下の重要な規定因子と考えられてきた。慢性心不全を対象とした6ヵ月の運動療法により、安静時および最大運動時の総末梢血管抵抗が非運動療法群に比して有意に減少したことが報告されている¹²⁾。血管拡張反応低下の機序の一つに血管内皮機能障害があげられ、慢性心不全の運動療法による内皮依存性血管拡張反応の改善率が最高酸素摂取量の増加率と相関するとの報告がある²⁷⁾。しかし慢性心不全における内皮依存性血管拡張反応の改善効果に関しては未だ議論があり³⁰⁾、今後のさらなる検討を待ちたい。

血管内皮機能障害は動脈硬化に先行して出現し、動脈硬化の形成・進展に寄与する。高血圧、高脂血症、糖尿病では内皮依存性血管拡張反応が低下していることが知られており、運動療法がこれを改善する可能性が示唆されている³⁰⁾。

8. 骨格筋の適応現象

骨格筋の慢性的低灌流、身体活動性低下に基づくデコンディショニングおよび TNF などで体液因子の変化は、毛細血管密度の減少、酸化酵素の多い slow twitch fiber 型から解糖系酵素の多い fast twitch fiber 型への筋線維型の変換³¹⁾、ミトコンドリア密度の減少、TCA サイクル酸化酵素の活性低下および筋線維の萎縮などの変化を生じ、骨格筋機能障害を引き起こす。運動療法は骨格筋毛細血管密度の増加とともに、型から型筋線維への再変換を促し、ミトコンドリアおよびその酸化酵素活性を増加させる。骨格筋の内因性機能障害の改善は、運動療法による運動耐容能増加の主要機序の一つと考えられており、最高酸素摂取量の増加と最大同一負荷量における乳酸濃度の減少、嫌気性代謝閾値の上昇は、骨格筋血流量の増加自体よりミトコンドリア密度と酸化酵素活性の増加と相関することが報告されている³²⁾。

9. 冠危険因子の是正

冠危険因子の是正は冠動脈疾患に対する心臓リハビリテーションの重要な目的の一つである。運動療法単独で

は高血圧、高脂血症、糖尿病などの是正に確実な効果は得られないが、運動療法を中心とした包括的リハビリテーションの総合的な効果として血圧、中性脂肪および総コレステロールの低下、HDL-コレステロール上昇、耐糖能改善などの作用が認められている⁵⁾。また運動療法には血小板凝集能や血液凝固性の低下作用が認められており^{33), 34)}、動脈硬化の進展阻止や血栓形成の抑制効果が期待されている。

10. 生命予後の改善

治療の最終目標は QOL (生活の質) と生命予後の改善にあるが、生命予後の改善に関するメタアナリシスでは、心筋梗塞後の運動療法を中心とする包括的リハビリテーションにより心筋梗塞の再発が減少し、心臓血管死および全死亡が 20~25% 減少するとされている^{7), 8)}。また最近の報告では、冠動脈疾患を主体とする左室駆出率 40% 以下の慢性心不全患者に対して1年間の運動療法を行った結果、心不全増悪のための再入院、冠動脈性事故および心臓死を4年半にわたり有意に減少したことが報告されている⁶⁾。これらの結果は、心疾患の運動療法が生命予後を改善することを強く示唆するものである。

精神的効果および Quality of Life に及ぼす効果

心臓リハビリテーションの目的は、心疾患患者の QOL (Quality of Life) を改善すること、および生命予後を改善することにある。QOL の改善は「運動能力を高めることによってより活動的な生活を可能にし、運動に対する不安をなくし、健康で活動的な生活を送れるようになること」と漠然と解釈されているが、心臓リハビリテーションの QOL 改善効果については諸家の報告があり、かならずしも一定の見解は得られていない。その理由として、QOL の評価方法の違い、心臓リハビリテーションの内容 (運動療法単独が包括的リハビリテーションか、運動療法の種類や期間など) などの問題があるためと考えられる。

1. Quality of Life (QOL) の評価法

循環器疾患における QOL 評価のための項目として、1) 身体的な評価項目 (痛み、脱力、疲労、睡眠障害などの自覚症状の有無や全体的な活力の有無など)、2) 精神的な評価項目 (憂うつ、不安、気力の低下など)、3) 社会的な評価項目 (仕事、家庭、地域社会における役割の遂行能力など)、の3つがあり、これらの要素を総合

的にとらえた最終的な評価項目が、幸福感や生きがい感といった主観的なものに集約される³⁵⁾。

QOL をスコア化して定量的に把握しようとする試みがこれまでに多くなされてきたが、循環器領域で比較的良好に用いられている代表的な QOL 質問票には、Sickness Impact Profile (SIP)³⁶⁾、MacMaster Health Index Questionnaire³⁷⁾、Nottingham Health Profile³⁸⁾ などがある。我が国では 1990 年に厚生省循環器病研究班(藤井潤班長)において、日本人の価値観を反映し、循環器病治療の評価に適用できる QOL 調査票が作成された³⁹⁾。また近年欧米においては Medical Outcome Study Short Form 36-Item Health Survey (SF-36)⁴⁰⁾ が、主観的な健康度・日常生活機能を構成する最も基本的な要素を測定するアウトカム指標としてその有用性が評価されている。SF-36 は身体機能、心の健康、日常役割機能(身体および精神)、体の痛み、全体的健康観、活力、社会生活機能の 8 つの下位尺度からなる健康関連 QOL 調査票であり、日本語にも翻訳されて日本人における標準値が得られている⁴¹⁾。

2. 心臓リハビリテーションの QOL に及ぼす効果 - 無作為化対照試験の結果

心臓リハビリテーションが心理状態や機能状態の尺度にどう影響するかに関し、多くの無作為化対照試験が報告されている⁴²⁾⁻⁵²⁾(表 2)。いずれも欧米からの報告で、我が国からの報告はない。対象疾患の多くは心筋梗塞である。運動療法単独またはこれに教育・カウンセリングを加えた群を通常ケア群(対照群)と比較したもので、多くの報告において QOL の改善がみられている^{43), 44), 46), 48) - 52)}、改善がないとする論文もある^{42), 48)}。

また冠動脈バイパス術患者を対象とした研究においても⁴⁹⁾、65 歳以上の高齢冠動脈疾患患者を対象にした研究においても⁵¹⁾、運動療法群で運動能力向上とともに QOL に関するいくつかのパラメータで改善がみられた。Oldridge ら⁵⁰⁾は、心筋梗塞患者における健康関連 QOL の規定因子を検討した結果、運動療法前 QOL の低い人および冠危険因子の少ない人で QOL の改善が著しかった。

以上をまとめると、運動療法を含む心臓リハビリテーションは、運動療法単独あるいは包括的リハビリテーシ

表 2 心臓リハビリテーション運動療法の QOL に及ぼす効果 - 無作為化対照試験

著者(年)	対象	心臓リハビリの内容・期間	効果
Bengtsson ⁴²⁾ (1983)	心筋梗塞 (n=87)	監視型有酸素運動+カウンセリング vs 対照(14 カ月)	MMPI 両群間に差なし
Stern ⁴³⁾ (1983)	心筋梗塞 (n=106)	監視型有酸素運動+グループ カウンセリング vs 対照(1 年)	うつ状態・疲労感・社会的適応有意に 改善(3カ月のみ)
Ott ⁴⁴⁾ (1983)	心筋梗塞 (n=258)	運動療法 vs 運動療法+ カウンセリング vs 対照(6 カ月)	運動療法+カウンセリング群で 機能障害尺度、社会的相互作用 尺度有意に改善
Taylor ⁴⁵⁾ (1986)	心筋梗塞 (n=210)	在宅運動 vs ジム運動 vs 対照 (26 週)	ジム運動群でうつ状態、不安状態 有意に改善
Newton ⁴⁶⁾ (1991)	心筋梗塞 (n=22)	運動療法 vs 対照 (16 週)	うつ、怒り、緊張は運動療法群で 有意に低下
Gulanick ⁴⁷⁾ (1991)	冠動脈疾患 (n=36)	運動療法 vs 運動療法+教育 (4 週と 9 週)	自己実現尺度両群で有意に上昇、 群間で差なし
Oldridge ⁴⁸⁾ (1991)	心筋梗塞 (n=201)	監視型運動療法 vs 通常ケア (8 週及び 12 カ月)	健康関連 QOL 両群で上昇、 群間で差なし
Engblom ⁴⁹⁾ (1997)	冠動脈バイパス術患者 (n=228)	リハビリ群 vs 通常ケア (12 カ月)	NHP による評価、リハビリ群で 健康認知改善
Oldridge ⁵⁰⁾ (1998)	心筋梗塞 (n=201)	リハビリ群 vs 通常ケア (12 カ月)	リハビリ群で健康関連 QOL 改善 QOL の低い人で改善著しい
Stahle ⁵¹⁾ (1999)	65 歳以上の急性 冠症候群 (n=101)	監視型運動療法 vs 対照 (12 カ月)	運動療法群で QOL のいくつかの パラメータ有意に改善
Dugmore ⁵²⁾ (1999)	心筋梗塞 (n=124)	監視型運動療法 vs 対照 (12 カ月)	運動療法群で運動能、心理状態、 QOL 有意に改善

MMPI : Minnesota Multiphasic Personality Inventory, NHP : Nottingham Health Profile

ョンの一部として用いられた場合のいずれにおいても、QOL の改善をもたらすことが多く、これらの科学的証拠は心臓リハビリテーションが患者の満足度を高めているという心臓リハビリテーション専門家が信じている感覚と一致している。

3. 心臓リハビリテーションの内容と QOL の改善

1) 運動療法単独と包括的リハビリテーション

心臓リハビリテーションの中心は運動療法であるが、QOL の改善には運動療法のみで十分か、包括的リハビリテーションがより有用なのかに関していくつかの報告がある。Ott ら⁴⁴⁾は運動療法単独群と運動療法+カウンセリング群に分けて比較しているが、後者においてのみ機能的尺度、社会的相互作用尺度が改善したのに対し、Gulanick ら⁴⁷⁾は両群間で差がないとしている。Linden ら⁵³⁾は運動療法に心理社会的介入を加えることによる QOL への影響を、23 の無作為化対照試験のメタアナリシスによって求めている。その結果、対照群 (1156 例) に比べ介入群 (2024 例) の方が死亡率・罹病率が低く、また不安やうつ尺度からみた心理的障害が有意に少なかったことから、運動療法+心理社会的介入の重要性を指摘している。

2) 運動強度および期間

心筋梗塞後の男性患者を対象に、高強度と低強度の運動療法が比較されたが、両群間で心理機能や QOL 尺度において有意差が認められなかった⁵⁴⁾。一方、通常的心臓リハビリテーションに筋力トレーニングを加えて比較した観察研究では、後者で SF-36 の改善、特に情緒障害やうつ状態が改善した⁵⁵⁾。在宅運動療法と監視型運動療法を比較した Taylor ら⁴⁵⁾の研究では、後者でうつ状態・不安状態が有意に改善したが、一方、監視型運動・在宅運動間で満足度、機能不全感、社会的抑制感に差がみられなかったとの報告もある⁵⁶⁾。

心臓リハビリテーションの期間と QOL について検討した Morrin ら⁵⁷⁾によれば、リハビリテーションの期間の長い群で QOL がより有意に改善している。しかし一方で 6 週間と 6 ヶ月間の心臓リハビリテーションの QOL に対する効果に差がみられなかったとの報告もある⁵⁸⁾。また Ben-Ari ら⁵⁹⁾の報告でも 1 年目と 5 年目で運動療法群に QOL の改善がみられ、期間による差はなかった。また運動療法の頻度の影響を調べた報告では、運動回数が多い群で身体運動能力と QOL の改善が有意差をもって著しかった^{60), 61)}。

以上、心臓リハビリテーションの内容と QOL の改善

についてまとめると、心臓リハビリテーション運動療法は、一般的に心理状態の改善をもたらすが、運動療法のみでは不安や抑うつ状態が改善するとは限らない。心理的機能の改善を図るためには、包括的心臓リハビリテーションが推奨される。また、在宅運動よりは監視型運動の方が、また短期間より長期間リハビリテーションを行ったほうが QOL は改善するとする報告が多いが、さらなる検討が必要である。

4. 我が国における研究成果

我が国においては比較的最近になって厚生省循環器病委託研究班の QOL 調査票⁴¹⁾を用いた研究がなされた。この調査票は人生の満足度や生きがい感を中心に評価しており、リハビリテーションや疾病の治癒・増悪に対して感度が低く⁶²⁾、心臓リハビリテーションによる有意な改善はみられなかったとする報告が多い^{63), 64)}が、最近 Yoshida ら⁶⁵⁾は急性心筋梗塞患者の第 2 相リハビリテーションにおいて本調査票を用いて QOL スコアの有意な改善を報告している。

鈴木ら⁶⁶⁾は心筋梗塞患者を対象に、その前後で 5 種類の QOL 調査票を用いてリハビリテーションの効果を評価している。それによれば、SIP、厚生省 QOL 調査票、STAI (The State of Trait Anxiety Inventory)、SDS (Self-rating Depression Scale) でいずれも有意な改善を示さなかったが、運動耐容能低下例のみを対象にした場合には、身体機能のみならず心理社会的機能を含むすべてのパラメータで改善がみられた。また、最近 SF-36 が我が国でも使えるようになり、その有用性が報告されはじめている。井澤ら⁶⁷⁾は SF-36 の日本語版を用いた研究において、心臓リハビリテーションによって身体的健康度、精神的健康度のいずれも有意な改善が認められ、特に前者は 1 年間で国民標準値に達していた。

5. 心不全における運動療法と QOL

近年、心不全における運動療法が注目されている。心不全患者においては運動耐容能の低下が QOL を障害している可能性があり、運動療法に期待されるところが大きい。最近心不全患者の運動療法に関する比較的大規模な無作為化対照試験が 3 つ報告されたが、そのうちの 2 つで QOL に関する調査が行われている^{6), 68)}。Wielenga ら⁶⁸⁾は慢性心不全患者を無作為に 2 群に分けて 1 群に 12 週の運動療法を行い、オランダで開発された Heart Patients Psychological Questionnaire を用いて QOL を比較している。その結果 QOL の改善は運動療法群でより明らかであった。また Belardinelli ら⁶⁾は、安定した心不全

患者を対象に運動療法群と対照群に分けて1年間追跡した結果、運動療法群で身体機能の増加、心筋虚血所見の改善とともに、Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire⁶⁹⁾を用いたQOL調査において改善が有意であった。

心不全患者では運動耐容能の低下、生命予後の不良などに基づくQOLの低下は他の虚血性心疾患患者に比べてより大であることが予想され、リハビリテーション運動療法の有用性が示唆される。

二次予防効果

心臓リハビリテーションの一環としての運動療法が、虚血性心疾患の予後を改善することが明らかとなっている。ここでは予後改善の機序としての動脈硬化危険因子の是正効果を中心に述べる。

1. 運動療法による予後改善とその機序

運動療法が虚血性心疾患の予後改善に有効であることに関しては多くの報告がある。しかし死亡率の減少に関して過去に行われた無作為化試験では、対象症例が少ないために統計学的に有意差がみられず¹⁾、必ずしも死亡率を減少するという結果は得られなかった。Mayらは1982年にそれまでに行われた6つの大規模比較試験を総合的に解析し、21~32%の死亡率の減少が期待できることを報告した⁷⁰⁾。さらにOldridgeら、O'Connorらは4000人以上を対象とするメタアナリシスの結果、運動療法により3ヵ月から3年にわたって20~25%の死亡率の低下を認め^{71), 8)}、運動療法が虚血性心疾患の予後を改善することが明らかとなった。

二次予防のためには高血圧、糖尿病、高脂血症、肥満、禁煙などの動脈硬化危険因子の是正が重要であるが、包括的リハビリテーションはこれら危険因子の是正に有効であることが証明されている^{8), 71)}。虚血性心疾患の二次予防に関する介入試験の結果では、運動療法単独のみ場合と食事療法、禁煙指導、ストレス管理などを加えた包括的リハビリテーションを行った場合のいずれにおいても、同様の結果であることが示されている⁸⁾。運動療法は包括的心臓リハビリテーションの一環として、生活習慣改善への動機付けとしてはたらくが⁷²⁾、運動療法の二次予防効果は運動単独の効果ではなく包括的心臓リハビリテーションの総合的な効果と解釈することが妥当である⁷¹⁾。

規則的な運動による予後改善効果の機序として、1) 交感神経活動の抑制と副交感神経トーンの亢進、

2) 冠危険因子の是正、3) 内皮機能の改善、が考えられている。

規則的な運動は副交感神経活性を高め、安静時の交感神経活動や心拍数を減少させる。これらは心室細動閾値を低下させ、突然死のリスクを軽減する⁷¹⁾。心筋梗塞においては交感神経分布の不均一性があり、交感神経活性の低下により心室頻拍や細動の閾値が低下する⁷³⁾。これに対し、副交感神経活性の増大はcyclic AMPの減少、cyclic GMPの増加、ノルエピネフリンの放出抑制によって交感神経に拮抗的に作用し⁷⁴⁾、Caチャンネル抑制により心室性不整脈を抑制する。副交感神経活性の増大は心臓リハビリテーションにおいても認められることが証明されている^{26), 75), 76)}。

また、規則的な運動は動脈硬化危険因子(高LDLコレステロール血症および低HDLコレステロール血症、高血圧、糖尿病、肥満や血栓症の易罹病性を含む)を改善する。これらの危険因子に対する効果は、冠動脈硬化病巣を安定化させ、プラーク破壊を防止し、冠動脈イベントを減少する⁷⁾。さらに、規則的な運動は冠動脈内皮細胞の機能を改善し、冠予備能を高めることが報告されている⁷⁷⁾。これらの効果は、日常生活における習慣的な歩行運動などの軽度から中等度の運動によって得られるものであり、それらが総合的に作用して予後を改善すると考えられる⁷⁸⁾。

2. 動脈硬化危険因子の是正

1) 高血圧

高血圧の発症には遺伝的素因と環境要因が関与し、後者は社会の文明化に伴う生活習慣の変化に起因している⁷⁹⁾。虚血性心疾患予防としての高血圧に対する運動療法の効果は脳血管障害予防に比べ少なく、補助的な有用性が認められる程度であるが⁸⁰⁾、包括的心臓リハビリテーションとしての運動療法・食事療法・体重管理・ストレス管理や禁煙などの生活習慣の修正によって、収縮期血圧10 mmHg程度、拡張期血圧5 mmHg程度の降圧効果が認められる^{19), 81)}。運動による降圧の機序としては、血漿プロスタグランジンEの増加⁸²⁾、循環血漿量の減少や血漿エピネフリンの減少による交感神経活性の低下が血圧の低下に寄与している⁸³⁾。さらに、運動によるインスリン抵抗性の改善によって食欲調整・エネルギー代謝調節ホルモンであるレプチンの減少を介して交感神経活性の低下をきたす機序も考えられている⁸⁴⁾。

2) 高脂血症

運動療法を含む包括的心臓リハビリテーションによ

り、脂質プロファイルが改善することはすでに確立された事実である¹⁾。コレステロールの低下と心血管イベントの減少は平行し、1 mg/dl のコレステロール低下により 1.1 % のリスクの減少が認められる^{71), 85)}。リハビリテーションや薬物療法による脂質プロファイルの改善により、粥状硬化性冠動脈病変の進行を遅延または阻止することが証明されており⁸⁰⁾、血管造影上の動脈硬化の退縮も確認されている^{21), 86)}。運動療法による脂質プロファイルの改善は、リポ蛋白リパーゼ (LPL) の合成促進により VLDL の増加を抑制し、中性脂肪 (カイロミクロン) から HDL コレステロールへの変換を促進し、中性脂肪の低下に寄与する。さらに、運動による LCAT (lecitin cholesterol acyltransferase) の増加により、VLDL から HDL コレステロールへの変換の増加、および HDL コレステロール 3 型から抗動脈硬化作用を有する HDL コレステロール 2 型への変換が促進される。食事療法、運動療法、禁煙により総コレステロール、LDL コレステロールは有意に低下するとの報告が多い^{81), 87)}。しかし、中性脂肪と HDL コレステロールに関しては、運動強度や運動期間によって異なり、減少するとの報告と変化を認めない報告がある。AHCPR のガイドラインにおいても心臓リハビリテーションの脂質に対する効果が一定でないことを指摘している¹⁾。本邦からの報告では、心筋梗塞発症 6 ヶ月目まで週 3 回、30 分の AT レベルのトレッドミル運動を行うことによって、総コレステロールおよび LDL コレステロールには変化が認められなかったものの、HDL コレステロールの増加傾向を認めたとする報告⁸⁸⁾や、低 HDL コレステロール血症を伴う虚血性心疾患患者において、平均 20 ヶ月の歩行運動によって HDL コレステロールの増加を認め、HDL コレステロールと 1 日歩行数が相関するとの報告がある⁸⁹⁾。

3) 喫煙

禁煙の継続によって心血管イベントは 7~47 % 減少し、心筋梗塞の再発と死亡のリスクを 1 年で 50 % 減少することが証明されている⁸⁰⁾。喫煙による冠動脈疾患の発生機序は、血管内皮機能障害によって血管内皮依存性血管拡張作用が低下し⁹⁰⁾、冠動脈れん縮の要因となる⁷³⁾。さらに喫煙によって遮断薬の抗虚血作用が減弱し⁹¹⁾、HDL コレステロールの低下、LDL コレステロールの上昇、血小板凝集能の亢進、血漿フィブリノーゲン増加が認められる⁹²⁾。二次予防を目的として禁煙指導を行うことによって、禁煙率を高めることができるが、長期の禁煙は困難なことが多く、1/3~1/2 の患者は 6~12 ヶ月以内に喫煙を再開し⁹¹⁾、1 年後の禁煙率は 10~40 % で

あるとされる¹⁵⁾。しかし、継続的な禁煙指導が長期的な禁煙率向上に役立つことから^{93), 94)}、長期にわたる禁煙モニタリングが必要である⁸⁰⁾。運動療法が喫煙者の予後改善に寄与するとの報告⁹⁵⁾や運動習慣を有する者が多い集団で禁煙継続率が高いとの報告もある⁸⁶⁾が、AHCPR のガイドラインでは運動療法の禁煙に対する効果を認めていない¹⁾。運動療法自体が禁煙に直接的に結びつくものではないが、包括的心臓リハビリテーションは運動と禁煙を継続する動機付けになる。

4) 肥満 (体重管理)

肥満は虚血性心疾患の独立した危険因子であることがフラミンガム研究⁹⁶⁾で示されている。Berlin ら⁹⁷⁾によるメタアナリシスでは、BMI < 21 の群に比べ BMI 25~29 の群では虚血性心疾患のリスクが 1.3 倍、BMI 29 以上では 1.9 倍である。肥満は冠危険因子に多くの悪影響を及ぼすことが知られ、インスリン非依存性糖尿病、高脂血症、高血圧などとの関連性が強い。

肥満に伴う高インスリン血症 (インスリン抵抗性) は、脂肪分解抑制・脂肪合成促進に作用し、肥満を増悪させる。さらにインスリン抵抗性はレプチンを介して血圧を高める⁹⁸⁾ことから、肥満の解消も虚血性心疾患の二次予防の対象となっている。心筋梗塞の急性期リハビリテーションでは、食事療法の併用により体重の減少が認められるが、回復期以後の肥満に対する運動の直接効果は補助的である⁸⁰⁾。しかし、運動によってインスリン抵抗性が改善し、脂肪合成の低下や運動時のエネルギー源として脂肪分解促進がもたらされ、さらにインスリン感受性の改善を介して、HDL コレステロールの増加など脂質代謝の改善や降圧作用が認められる。体重管理には運動療法とともに食事療法が重要である。

心筋梗塞患者において、運動療法と食事療法によって冠動脈造影上狭窄病変の退縮と進展抑制が認められている^{21), 71)}。長期にわたる運動療法・食事療法指導群においては脂質代謝の改善、体重減少が維持されるが、対照群では心筋梗塞発症後や PTCA 後短期間は改善するものの、長期的には悪化がみられることから継続的な生活習慣修正の指導が必要である^{19), 81), 99)-101)}。

5) 糖尿病

糖尿病に対する強力な食事・運動療法により、インスリン依存性 (Ⅱ 型) 糖尿病患者の心血管イベントが 78 % 減少したことが報告されている¹⁰²⁾。この心血管イベントの減少は、血清 LDL コレステロールおよび中性脂肪の減少と平行しており、4S や CARE などの脂質低下

に関する大規模臨床試験でも、糖尿病患者における LDL コレステロールの低下により心血管イベントの減少が認められている^{103), 104)}。一方、インスリン非依存性 (型) 糖尿病の発症は、インスリン抵抗性を伴う代謝ストレスが長年続いた結果であり、糖尿病発症以前に粥状硬化が進展していると考えられる。 型糖尿病患者の二次予防には、各種リスクファクターの改善を含めた包括的心臓リハビリテーションが必要である。インスリン抵抗性に関与する因子は遺伝、肥満、運動不足、加齢であり、インスリン抵抗性の結果、粥状動脈硬化、高血圧、耐糖能異常、血栓易形成性などが認められる⁹⁰⁾。冠動脈バイパス術患者における 3 週間の短期回復期リハビリテーションプログラムにおいて、血糖値の有意な低下は認められたがインスリン値には大きな変動を認めなかったことから、インスリン抵抗性の改善が示唆されている¹⁰⁵⁾。肥満を伴う冠動脈疾患患者を対象とした第 2 相心臓リハビリテーションにおいて、運動耐容能や脂質代謝が改善したにもかかわらず体重減少は有意ではなく、また空腹時血糖値の有意な低下も認められなかった¹⁰⁰⁾。しかし、体重減少に成功した患者では空腹時血糖は低下した。

糖尿病患者の二次予防には、食事療法も含めた包括的心臓リハビリテーションにより、体重減少によるインスリン抵抗性の改善および脂質代謝の改善が必要である。

2 費用・効果分析からみた運動療法の効果

心疾患の運動療法効果の評価の一つに経済評価がある。経済評価は、費用と効果の両方を考慮して、代替案との比較を行う方法と定義されている。それには投入した資源を費用であらわし効果を金銭でみる費用便益分析、効果そのものでみる費用効果分析、効用でみる費用効用分析がある。国民医療費の抑制がさげばれている今日、運動療法を費用効果の面から評価することは、心疾患の運動療法を普及させる医療政策決定上からも重要である。

1. 我が国の運動療法に関わる医療費

まず心疾患に関わる医療費について概観する。国民医療費は年度内の医療機関等における傷病の治療に要する費用を推計したものであり、昭和 29 年より毎年厚生省大臣官房統計情報部編「国民医療費」として報告されている¹⁰⁶⁾。それによれば国民医療費は昭和 29 年の 2152 億円に始まり、国民皆保険実施の昭和 36 年より著しく増

加、昭和 40 年には 1 兆円、昭和 53 年には 10 兆円を越え、平成 11 年度では約 31 兆円である。平成 11 年度の国民医療費のうち、一般診療医療費は 24 兆 0,132 億円 (77.6%) で、そのうち循環器系疾患が 5 兆 4,962 億円 (22.9%)、虚血性心疾患は 7,270 億円 (3.0%) である。

また社会医療診療行為別調査は昭和 30 年から実施されているもので、診療行為の内容の調査である¹⁰⁷⁾。これは診療医療費がどのように使われているかの目安であり、ここから運動療法にどのくらいの医療費が使われているかを知ることができる。循環器系疾患医療費 338 億点 (平成 11 年 6 月審査分) のうち、投薬 20%、検査 8%、リハビリ 2% であり、虚血性心疾患に絞ると医療費 45 億点のうち、投薬 20%、検査 16%、リハビリ 0.5% である。診療行為別の回数をみると、高血圧を対象とした運動療法指導管理料が 77,167 回、心疾患リハビリテーション料 13,554 回で、心電図検査の 228 万回に比べてはるかに少ない。平成 8 年度の総患者数は、心疾患 204 万人、高血圧性疾患 749 万人と推計されており¹⁰⁸⁾、これから計算すると高血圧性疾患患者の約 100 人に 1 人が運動療法に関する診療を受けていることになるが、心疾患患者で運動療法を受けているものは少ない。今後、運動療法を受ける心疾患患者が増加した場合に、医療費を削減できる方向に進むかどうかを検討することも費用効果分析の目的の一つである。

2. 費用効果分析

心疾患に対する運動療法単独の費用効果を検討した研究は少なく、多くは包括的心臓リハビリテーションとして費用効果を検討している。また我が国での検討はほとんどなく、欧米の研究が主である。費用効果分析はその国の医療制度に依存するところが大きく、研究結果を評価する場合には研究デザインだけでなく、経済評価の方法上の問題点 (費用にどこまでを含めるか、効果の指標に何をを用いるかなど) の評価が必要である。

心疾患の運動療法あるいは心臓リハビリテーションの経済評価に関する論文は少ない。それら 6 編を表 3 に示したが^{109) - 114)}、3 編は無作為対照試験、3 編は非無作為対照試験であった。対象疾患は大部分が心筋梗塞であり、介入方法も大部分が包括的リハビリテーションであった。このため介入の効果が包括的リハビリテーションによるものか、運動療法によるものかは明らかではない。

3. 運動療法に要する費用

費用は直接費用と間接費用に分けられる。プログラム開設・運営に関わる費用としては施設・設備・機器費用、

表3 心疾患のリハビリテーション運動療法の経済評価に関する論文

無作為対照試験

著者 (発表年)	対象疾患	サンプル数	介入	費用	効果	費用効果
Oldridge ¹⁰⁹⁾ (1993)	不安・うつを 有する心筋梗 塞	介入群 99, 通常ケア 102	包括的リハビリ 8週間	直接費用と間接 費用(介入に要 した時間),リ ハビリ1回 \$42 (Canada)	1年間の効用値 (効用調整生存 年)*,死亡率に 対する効果 (LYG)**	リハビリ群で 0.052 QALY/人多い,リハ ビリは\$9200 (US)/ QALY (他のものと 比較), \$21800/LYG (3年)
Ades ¹¹⁰⁾ (1997)	心筋梗塞	リハビリ群と 対照群**のメ タアナリシス	包括的リハビリ (8月~3.3年)	直接費用(36セ ッションで \$1280)と再入 院費用	1~3年間の死 亡率**を15年間 まで延長推定	リハビリ群で生存年 0.202年長い, \$2130/YLS(1985年) (year of life saved), \$4950/YLS(1995)
Georgiou ¹¹¹⁾ (2001)	慢性心不全 (NYHAと)	運動群 50, 対照群 49***	運動療法 14カ 月	直接費用(監視 型運動療法) (\$2,054/1人 /128セッション), 労働損失, 再入院医療費	639日観察死亡 率と10年推定 死亡率	運動群で 1.82年/1 人生存年長く, \$1773/YLS(Life Year Saved)

* 質調整生存年 (Quality adjusted life-years): 自分の今の健康状態を, 完全な健康状態でそれより短い年数で何年生きることと trade-off するから示す方法 (time-trade off 法) からスコアを出すもの. 通常, 1 (完全な健康) と死亡 (0) の間にスケールする.

** 死亡率: 心臓リハビリテーションが死亡率に及ぼすメタアナリシスのデータ⁸⁾ を利用. 3年間でリハビリ群の死亡率 10.7%, 対照が 12.9% とした. LYG は Life Year Gained の略

*** : Belardinelli¹⁶⁾ の無作為対象試験によるもの

無作為対照試験

著者 (発表年)	対象疾患	サンプル数	介入	費用	効果	費用効果
Levin ¹¹²⁾ (1991)	心筋梗塞後	65歳未満介 入群 147, 通 常ケア群 158	運動療法週2回 3カ月と健康教 育	5年間直接費用 と間接費用(労 働損失やリハビ リに通う機会費 用), 1セッシ ョンの費用は SEK67/1人	再入院日数, 復 職率	介入群で再入院日数 短く, 復職率高く1 人あたり費用 SEK73500*安い
Ades ¹¹³⁾ (1992)	心筋梗塞ある いはバイパス 術	参加 230, 非参加 350	包括的リハビリ 12週間	36セッション \$1152	平均 21カ月の 再入院医療費	リハビリ群で再入院 費用 1人当たり \$739安い
Bondstam ¹¹⁴⁾ (1995)	65歳以上の 心筋梗塞	リハビリ群 91, 非参加群 99	4カ月包括的リ ハビリ, 運動療 法は 21%	-	3カ月と 12カ 月の再入院率と 再入院期間	リハビリ群で低い再 入院率と入院期間

* SEK: スウェーデンクローネ単位で, \$12,000 に相当

管理費, 人件費, 消耗品費などがある. このうち患者・
家族が直接負担する費用としては, 診療費用(検査費,
薬剤費), 食費, 交通費, 運動のための準備費(服装,
靴)があり, 両者を合わせて直接費用とされる. このほ
かに運動療法通院のための労働時間の損失, 精神的な費
用など, 直接お金のやりとりのない患者負担が間接費用
である. 経済評価では, 直接費用だけではなく間接費用

も考慮する必要があるが, 実際に間接費用も評価してい
るのは6編中3編のみであった.

直接費用のなかで, 運動療法プログラム自体の費用は
運動療法を行うことで余分にかかる費用である. 病院で
行う監視型運動療法の場合, スタッフの給与, 設備, 場
所代, 消耗品などが含まれる. また, 心肺運動負荷試験
の費用も含まれる場合もある. Georgiou ら¹¹¹⁾ は, 運動

療法と運動負荷試験の費用を 1 セッション \$ 16 と計算している。包括的心臓リハビリテーションの場合は運動療法単独より高くなる。米国における 1,100 の心臓リハビリテーション施設における費用は 1 セッション約 \$ 36 であった¹¹⁵⁾。また Ades の報告では包括的リハビリプログラム 1 セッション \$ 32 であり¹¹³⁾、英国の報告では 1 セッションあたり 4~15 ポンド (1 ポンド 230 円)¹⁶⁾、スウェーデンの報告では 1 セッション SEK 67 (\$ SEK 6) であった¹¹²⁾。

我が国では、村山らが外来運動療法の医療費として患者負担が 1 回 909 円である (その他に交通費 1,044 円、通院時間 108 分、運動療法準備費 6,360 円) とする報告がある¹¹⁷⁾。自己負担率が 2 割とすれば、病院には約 5,000 円程度の診療報酬となり、これが 1 回の運動療法のおよその費用として償還されていると考えられる。我が国における高血圧の運動療法を検討した報告¹¹⁸⁾では、通院型の運動療法費用を 1 回 1 人あたり 3,886 円としている。以上より、我が国では運動療法を中心とした心臓リハビリテーションプログラムに要する費用は、1 セッション 1 人あたり 4,000~5,000 円と推定される。

我が国の医療保険における心疾患リハビリテーション料は、通院型の施設内第 2 相リハビリテーションを想定し、1 日 1 時間以上、1 週 3 回を標準としている。心臓リハビリテーションの保険適用は、昭和 63 年に心疾患理学療法料として心筋梗塞を対象に 3 ヶ月間に限って 335 点が設定されたのが始まりである。平成 4 年には心疾患リハビリテーション料と名前が変わり点数も 480 点となった。平成 8 年には 530 点、平成 10 年には 550 点となり、適用疾患が開心術後、狭心症にまで拡大され、期間も 3 ヶ月から 6 ヶ月に延長された。この 1 日の点数には、その日に行なわれた運動負荷試験や心電図検査も含んでいるが、点数的には運動療法に要する費用だけをまかなう程度と思われる。

4. 運動療法の経済的効果

心臓リハビリテーションの効果の指標は、金銭単位、生物学的な単位 (延長した生存年や検査値) や質調整生存年 (QALY) で表現される。Levin¹¹²⁾、Ades¹¹³⁾、Bondestam¹¹⁴⁾ らは、再入院の医療費を効果の指標としている。また死亡率を効果の指標としている Oldridge¹⁰⁹⁾、Ades¹¹⁰⁾、Georgiou¹¹¹⁾ らの研究のうち、前 2 者は O'Connor⁸⁾ の行ったメタアナリシスにおける死亡率を用いている。我が国では退院した心筋梗塞患者の予後は欧米より比較的良好であり、単独の研究では死亡率を効果の指標とするのは難しい。多数例を集めたデータベース

を作ることが必要である。

質調整生存年 (QALY) を指標とした分析は費用効用分析とよばれる。これは患者から直接自分の状態を評価してもらうことで得られる指標である。Oldridge¹⁰⁹⁾ は QALY を指標として用いているが、心臓リハビリテーションの目的が死亡率の改善より健康関連 QOL の改善にあることを考えれば、今後は日本人に適した健康関連 QOL 調査票の開発が望まれる。

5. 費用効果

費用効果分析では、運動療法群と対照群を比較して運動療法群を費用効果的とする場合と、他の治療法と比較して費用効果的かどうかをみる場合がある。前者の場合は介入群の方が再入院医療費や直接費用が安いことを示すものであり¹¹²⁾、¹¹³⁾、後者の場合には 1 年生存年数を延ばすことにかかる費用を計算した Oldridge らの報告がある¹⁰⁹⁾。それによれば、心臓リハビリテーションは死亡率を下げるという点では、禁煙指導やアスピリンや遮断薬治療より費用のかかる治療法であるとしている。一方 Ades ら¹¹⁰⁾ は、心臓リハビリテーションは他の二次予防の治療法に比較して、生存年延長の立場から最も費用効果的な治療法であるとしている。各治療法の費用効果については Kupersmith¹¹⁹⁾、¹²⁰⁾ が詳しくまとめており、\$ 20,000 以下は費用効果的、\$ 40,000 以上は境界域、\$ 60,000 以上は費用効果的でないとしている。Georgiou¹¹¹⁾ も同じ論旨で運動療法は費用効果的であると結論している。

最後に、研究論文より数が多いのは心臓リハビリテーションの経済評価に関する総説である。いくつか代表的なものを文献として示した^{119 - 125)}。

まとめ

心疾患の運動療法に関する費用効果研究の大部分は心筋梗塞を対象とした包括的リハビリテーションに関するものであるが、結論としては費用効果的であるといえる。

問題点として他の心疾患についての研究が少ないこと、運動療法への参加者が少なくコンプライアンスが低いことなどから研究の質が低いこと、高齢者の参加が少ないこと¹²¹⁾、運動療法そのものの費用効果が分離できないこと¹²²⁾、費用の内容が研究によって異なり比較が困難であること、などである。今後我が国においてこのような研究をすすめるには、多施設、多数例を対象とした運動療法後の予後に関するデータベースを構築すること、質を考慮した生存年の指標を作成すること、運動療法に参加する心疾患患者を増やすこと、などが必要である。

3 運動療法の一般的原則

規則的な運動、日常生活・職業上の活発な身体活動が、高血圧、糖尿病、肥満、高脂血症などの動脈硬化危険因子を軽減し、冠動脈疾患の発生ないし再発を予防、冠動脈疾患による死亡を減少させることに関して多くの疫学的研究が行われ、運動の一次予防における有効性は確立されている²⁶⁾。本ガイドラインは心疾患を対象とした運動療法に関するガイドラインであり、個々の心疾患あるいは病態における運動療法については次章に述べるが、ここでは対象をもう少し広くとらえ、健常者や動脈硬化危険因子保有者も含めて、心肺機能改善のための運動療法を行うにあたってのメディカルチェック、患者のリスクの層別化、運動処方的一般の原則、運動をする上での一般的注意事項をまとめる。おおまかな流れは図1のフローチャートに示した。詳細は文献4)を参照されたい。

運動療法における患者選択とリスクの層別化

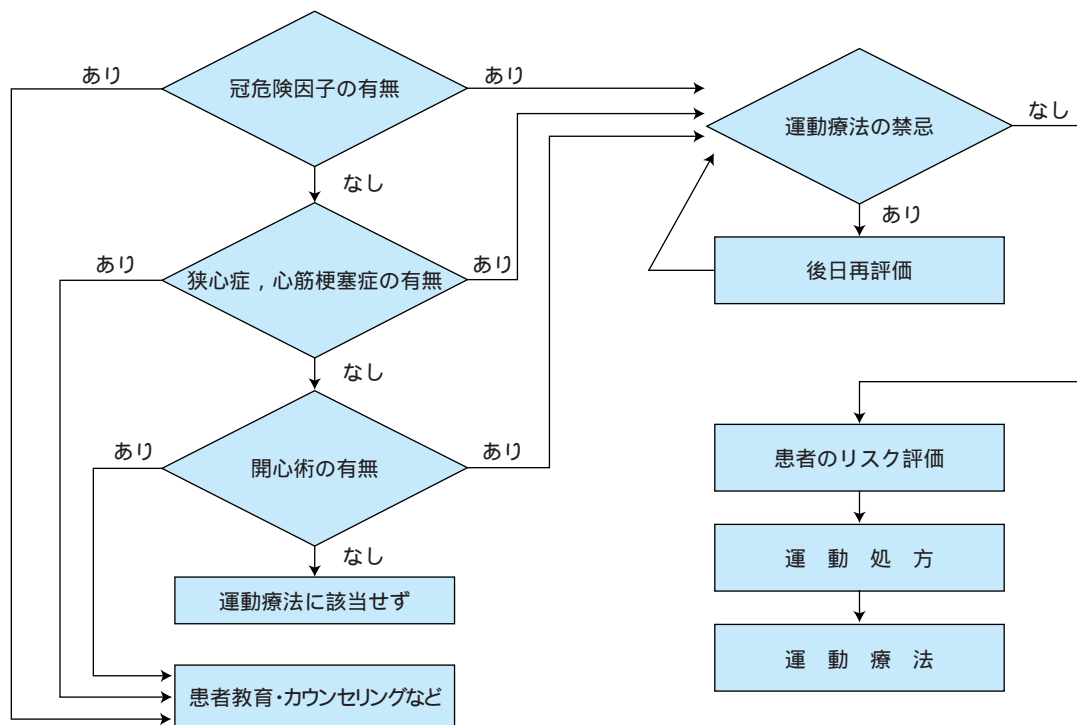
健常者、動脈硬化危険因子保有者、心疾患患者などを対象として、運動療法を安全かつ効果的に実施するためには、病歴や身体所見および医学的検査から得られたデータをもとに適切な患者選択を行うとともに、心疾患の重症度や心疾患以外の合併症を評価することによってリスクの層別化を行い、適正な運動処方を作成することが重要である。ここではこれまでのエビデンスに基づいて、クラスA（複数の多施設無作為試験で妥当性が立証されている）、クラスB（少数の多施設無作為試験で妥当性が立証されている）、クラスC（多施設無作為試験はないが、複数の観察研究で妥当性が支持されている）に分類してまとめる。

1. 運動療法のためのメディカルチェック

基本的診察情報や安静時の諸検査および運動負荷試験を用いることにより、みかけ上健常な症例を含めて、運動療法の適否の決定と運動処方が可能である（クラスA）。

図1 運動療法へのフローチャート

健常者および心疾患患者の運動療法の適応・禁忌、リスクを評価したうえで、運動療法にもっていくためのフローチャートを示す。



日本医師会発行の「運動療法処方せんマニュアル」¹²⁷⁾では、基本的診察情報として、自覚症状、既往歴、家族歴、生活習慣といった問診項目、および安静時検査としての血圧・脈拍測定と心電図検査を必要な診察情報としている。表 4 に運動療法におけるメディカルチェックとして必要な基本的診察情報と、運動負荷試験が推奨される状況を示す。また、内科的疾患における運動療法では血圧以外に、血糖値、総コレステロールや中性脂肪値、肥満度、肝逸脱酵素などに注意し、適応と禁忌を判定するよう勧告している¹²⁷⁾。ACSM (American College of Sports Medicine) のガイドライン¹²⁸⁾でも、心肺疾患を示唆する徴候・症状として、心筋虚血の可能性のある胸部や頸部の痛み・不快感、安静時・軽い労作時の息切れ、めまい・失神、起座呼吸・発作性夜間呼吸困難、浮腫、動悸、間歇性跛行などをあげ、これら症状・徴候を1つ以上有する場合、あるいは心血管・肺・代謝性疾患の存在がわかっている場合は、高リスク患者として運動負荷試験の実施を推奨している^{127) 128)}。

2. 運動負荷試験

運動負荷試験は運動療法の適応を決定する上で有用である（クラス A）。

運動負荷試験の適応や実際の方法を詳述することは本章の主旨ではないが、表 5 に ACC/AHA の運動負荷試験と運動療法に関するガイドライン⁴⁾の中から、運動負荷試験の禁忌を、また表 6 には運動負荷試験・運動療法の中止基準を示す。運動負荷試験の絶対禁忌は通常、運動負荷試験の有益性がリスクを上回ることがない場合であり、相対禁忌の場合には、運動負荷試験の有益性がリスクを上回る時には負荷試験を施行することになる。当然のことながら、ここに記載された病態は運動療法の禁忌でもある。アメリカでは運動負荷試験の施行に際しては、ACSM から認定を受けた検者による施行を勧めている。本邦では循環器専門医や心臓リハビリテーション指導士の資格を有するコメディカルスタッフなどがこれに該当すると思われるが、社会的な認知には至っていない。

表 4 運動療法に必要な基本的診察情報（文献 127），128）より改変）

基本的診察情報	運動負荷試験の必要性	その他の対応
自覚症状		
胸痛・胸部不快・動悸・息切れ	あり	
めまい・失神・間歇性跛行	あり	
脊椎症状・関節症状		整形外科的精査・指導
既往歴		
心疾患	あり	
整形外科疾患		整形外科的精査・指導
生活習慣病の有無		
高血圧	表 7「高血圧」参照	重症度評価
糖尿病	表 7「糖尿病」参照	重症度評価
高脂血症	表 7「高脂血症」参照	重症度評価
肥満	表 7「肥満」参照	重症度評価
家族歴*		
1 親等以内の心筋梗塞・突然死	あり	
生活習慣		
運動・食事・喫煙・飲酒		生活指導
安静時心電図		
心筋梗塞	あり	
ST・T 異常	あり	
心室性不整脈	あり	
その他重要な所見	あり	

*：特に 55 歳未満で心筋梗塞や冠血行再建術を受けたり、突然死をした父親や 1 親等の男性の係累、または 65 歳未満の母親や 1 親等の女性の係累など、比較的若年発症者の家族歴が重要

表5 運動負荷試験の禁忌（文献129）より改変）

絶対禁忌	2日以内の急性心筋梗塞 内科治療により安定していない不安定狭心症 自覚症状または血行動態異常の原因となるコントロール不良の不整脈 症候性の高度大動脈弁狭窄症 コントロール不良の症候性心不全 急性の肺塞栓または肺梗塞 急性の心筋炎または心膜炎 急性大動脈解離
相対禁忌	左主幹部の狭窄 中等度の狭窄性弁膜症 電解質異常 重症高血圧* 頻脈性不整脈または徐脈性不整脈 肥大型心筋症またはその他の流出路狭窄 運動負荷が十分行えないような精神的または身体的障害 高度房室ブロック

*：原則として収縮期血圧 > 200 mmHg , または拡張期血圧 > 110 mmHg , あるいはその両方とすることが推奨されている

3. 生活習慣病に対する運動療法

冠危険因子である生活習慣病の治療手段として運動療法は有効である（クラスA）。

高脂血症、高血圧症および糖尿病の治療には運動療法や食事療法を含めた総合的な治療管理が重要であるとの考えのもとに、平成12年3月からこれらの疾患への保険診療としての運動療法指導管理料が認められた。平成

表6 運動負荷の中止基準（文献129）より引用）

1. 症状	狭心痛、呼吸困難、失神、めまい、ふらつき、下肢疼痛（跛行）
2. 兆候	チアノーゼ、顔面蒼白、冷汗、運動失調、異常な心悸亢進
3. 血圧	収縮期血圧の上昇不良ないし進行性低下、異常な血圧上昇（225 mmHg 以上）
4. 心電図	明らかな虚血性 ST-T 変化、調律異常（著明な頻脈ないし徐脈、心室性頻拍、頻発する不整脈、心房細動、R on T 心室期外収縮など）、2~3度の房室ブロック

14年4月には、これが発展的に解消され、生活習慣病指導管理料が設定された。しかし、病態や重症度により運動療法への参加に適応と禁忌がある。これらをまとめて表7に示した。詳細は第1章の「二次予防効果」の項を参照されたい。

4. 虚血性心疾患の運動療法

狭心症・心筋梗塞症などの虚血性心疾患患者における運動療法は有効である（クラスA）。

我が国では昭和63年に、急性心筋梗塞の発症から3

表7 生活習慣病に対する運動療法の適応と禁忌（文献127）より改変）

疾患	適応	条件付適応	禁忌
高血圧	140~159/90~94 mmHg	160~179/95~99 mmHg または治療中かつ禁忌の値でない 男性40歳、女性50歳以上はできるだけ運動負荷試験を行う。運動負荷試験ができない場合はウォーキング程度の処方とする	180/100 mmHg 以上 胸部X線写真でCTR 55% 以上 心電図で重症不整脈、虚血性変化が認められるもの（運動負荷試験で安全性が確認された場合は除く） 眼底で b 以上の高血圧性変化がある 尿蛋白 100 mg/dl 以上
糖尿病	空腹時血糖 110~139 mg/dl	空腹時血糖 140~249 mg/dl または治療中かつ禁忌の値でない 男性40歳、女性50歳以上はできるだけ運動負荷試験を行う。運動負荷試験ができない場合はウォーキング程度の処方とする	空腹時血糖 250 mg/dl 以上 尿ケトン体（+） 糖尿病性網膜症（+）
高脂血症	TC：220~249 mg/dl または TG：150~299 mg/dl	TC：250 mg/dl 以上または TG：300 mg/dl、または治療中 男性40歳、女性50歳以上はできるだけ運動負荷試験を行う。運動負荷試験ができない場合はウォーキング程度の処方とする	
肥満	BMI：24.0~29.9	BMI：24.0~29.9 かつ下肢の関節障害 整形外科的精査と運動制限	BMI：30 以上

TC：総コレステロール、TG：中性脂肪、BMI：Body Mass Index（体重(kg)/身長(m)²）

ヵ月間に限り 施設基準を満たした施設での運動療法に、1 回 335 点の健康保険適応が認められた。適応疾患と期間は徐々に拡大・延長され、平成 10 年 4 月以降同じ施設基準の条件付きで、急性心筋梗塞症、狭心症および開心術後に運動療法を施行した場合、発症後または手術後 6 ヶ月以内に 1 回 550 点の保険点数が算定されるようになった。AHCPR のガイドライン¹⁾にも、心筋梗塞後運動療法の有用性が明記されている。詳細は第 4 章の「心筋梗塞」および「狭心症・冠動脈インターベンション」における運動療法の項を参照されたい。

5. その他の心疾患患者の運動療法

代償された中等症以下の心不全患者への運動療法は有用である（クラス A）。

我が国では心不全の運動療法は保険診療上認められていないが、ACC/AHA、AHCPR やヨーロッパ心臓協会のガイドライン^{1), 129), 130)}では、心不全を伴った心筋症や心移植後などにも監視型運動療法を推奨しており、WHO も中等症以下の心不全症例への運動療法を推奨している¹³¹⁾。趨勢としては、心不全への運動療法は基礎心疾患を問わず適応が拡大される傾向にある。詳細は第 4 章の「左室機能不全（慢性心不全）」における運動療法の項を参照されたい。



運動処方的一般的な原則

1. 運動処方の目的

運動処方の目的は、身体運動能力の向上と動脈硬化危険因子の是正により、より健康な身体的状態に近づけることであり、また同時に運動の安全性を確認することにある。運動を行う個人の身体的状態、関心度、健康への熱意などがさまざまであることから、運動処方は必ずしも画一的なものではなく、その目的によって異なる。

運動処方の構成要素として、1) 運動の種類、2) 運動強度、3) 運動の継続時間、4) 運動の頻度、5) 身体活動度の増加に伴う再処方、の 5 つがあげられる。これら 5 つの要素は、冠危険因子や疾病の有無に関わらず、また年齢・運動能力を問わず必要である。そして運動処方は個人の健康状態、危険因子の内容、行動様式、運動の目的、運動の好き嫌いなどを考慮して慎重に作成すべきである。

2. 運動処方の作り方

運動処方は個人の身体的・社会的状況に応じて柔軟に

作成されなければならない。その理由として、運動に対する反応・トレーニングに対する反応には個体差があること、また運動処方は厳密に科学的であることに固執する必要はなく、その目的は、個人の日常の身体活動を増進させることを支援することにあるからである。

トレーニングの構成内容はウォームアップ、持久性運動、レクリエーションなどの追加運動、クールダウンから構成される。また最近ではこれに加えて器械・器具を用いたレジスタンストレーニングの有効性が指摘されている¹³²⁾。

持久力トレーニングは週 3~5 回行い、柔軟性やレジスタンストレーニングは週 2~3 回補足的に行うことが推奨されている¹³²⁾。柔軟性トレーニングはウォームアップあるいはクールダウンの一部として、あるいは別に時間を割いて行う。運動の構成時間はウォームアップ約 10 分、持久力トレーニングが 20~60 分、次いで随意にレクリエーションやゲームを入れて、最後にクールダウンを 5~10 分行う。トレーニングの構成を時間と心拍数の関係からみたものを図 2 に示す¹²⁶⁾。

1) ウォームアップ

ウォームアップは身体を安静から運動へ移行させる準備段階である。骨格筋を収縮・伸展させ、血液循環を促進し、安静時の代謝を持久性運動のレベルに近づける。また結合織の伸展性を高め、関節の可動域を広げ、骨格筋の障害を予防する。ウォームアップではストレッチングなどの準備体操からはじめ、持久性運動の心拍数まで徐々に増していく。

2) 持久性運動

持久性運動は大きな筋群を使うリズムカルな動的運動で、運動の種類としては、歩行・走行、サイクリング、水泳などが該当する。その他テニスやラケットボール、バスケットボールなどの球技もこれに近い。しかし、いずれも競技性のない娯楽レベルの運動強度であることが前提である。心肺系運動能力を向上させるためには、持続的あるいは間欠的な有酸素運動を 20~60 分行う。運動の持続時間は運動強度と関連しており、中等度の運動強度ならば 30 分以上、激しい運動ならば運動時間は短くなる。

持久性運動において推奨される運動処方を AHA のガイドラインから引用して表 8 に示す¹³³⁾。ここでは、最大心拍数（220 - 年齢あるいは実測値）の 50~70%、または最大酸素摂取量の 40~60%、あるいは心拍数予備能の 40~60%（Karvonen 法の $k=0.4\sim0.6$ ）の動的な運

図2 トレーニングの構成

ウォームアップ，持久運動，クールダウンからなる運動セッションにおける時間と心拍数の関係を示す（文献4）より引用）

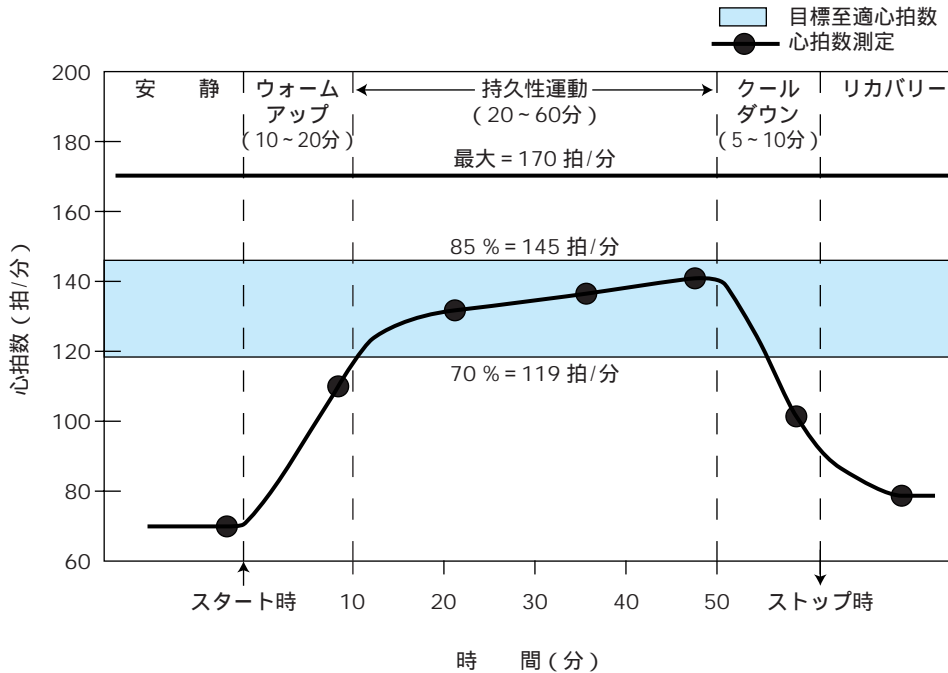


表8 持久力およびレジスタンストレーニングの運動処方（文献126），133）を改変）

頻度	強度	持続	手 段
持久カトレーニング 3～5日/週	50～70% max HR 40～60% $\dot{V}O_{2max}$ or HRR	20～60分	下肢運動：歩行・走行，階段昇降，サイクリングなど 上肢運動：腕エルゴメータなど 上下肢運動：ボート漕ぎ，上肢・下肢エルゴメータ，水泳，エアロビクスなど
レジスタンストレーニング 2～3日/週	各筋肉群に対する運動 を8～15回繰り返す (1～3セット)		下肢運動：leg extension, leg press, calf raise, hip extensionなど 上肢運動：bench press, shoulder press, triceps down, arm curlなど 体幹運動：back extension, crunchなど

maxHR：最大心拍数（220 - 年齢または実測値）， $\dot{V}O_{2max}$ ：最大酸素摂取量，HRR：心拍数予備能（Karvonen法）

動を推奨している。近年，この推奨される運動強度が低強度に修正される傾向にある。すなわち，中等度の運動強度の定義が1995年のAHAの「科学ステートメント：運動負荷基準」¹³⁴⁾では，最大心拍数の60～79%，最大酸素摂取量の50～74%と定義されたが，2001年のステートメント³⁾では，最大心拍数の55～69%，最大酸素摂取量の40～59%とされている。それに伴って運動処方も1995年版では，最大酸素摂取量の50～80%であったものが2001年版では40～60%と低強度に修正されている。いずれにせよ，この運動強度設定の範囲の中で運動能力の低い，あるいはデコンディショニング状態の人は比較的低い強度を，すでに運動能力の高い人がさらに高い心肺系フィットネスを求める場合は高い運

動強度が必要である。

このように，最大酸素摂取量に対する相対強度を処方する方法は必ずしも絶対必要ではなく，また最大運動負荷試験を施行する煩雑さを伴う。本邦では，亜最大運動負荷試験から求められ，また個別に運動強度が設定できることから，嫌気性代謝閾値（AT）による運動処方が推奨する人が多い¹³⁵⁾。ATを基準にした運動強度では，疲労物質である乳酸が蓄積することなく，長時間持続することが可能である。また，運動強度の増加に対する心収縮能の応答も保たれ，アシドーシスが起こらず，血中カテコールアミンの著明な増加もないことから，安全に運動療法を施行できると考えられる。また，運動負荷試験を行うことなく，自覚的運動強度に基づく運動処方可

表9 Borg の自覚的運動強度 (文献 136) より引用改変)

指数 (Scale)	自覚的運動強度*	運動強度 (%)
20		100
19	非常にきつい very very hard	95
18		
17	かなりきつい very hard	85
16		
15	きつい hard	70
14		
13	ややきつい fairly hard	55(ATに相当)
12		
11	楽である light	40
10		
9	かなり楽である very light	20
8		
7	非常に楽である very very light	5
6		

* : RPE (Rating of Perceived Exertion)

能である。自覚的運動強度の評価には Borg 指数 (表 9)³⁶⁾ が汎用されており, Borg 指数の 13 がおおむね AT の運動強度に相当するとされている¹³⁷⁾。心疾患患者のリハビリテーションには Borg 指数 13 前後の, また後述する科学ステートメント³⁾の提言では健常例に対して Borg 指数 12~16 の処方が推奨されている。また漸増負荷中の二重積 (収縮期血圧と心拍数の積) の変曲点は, 乳酸閾値や AT の近傍にあらわれるとされ, この点を指標に運動強度を処方することを推奨する報告もある¹³⁸⁾。ただし, AT に基づく処方も Borg 指数による処方も, 必ずしも大規模臨床試験でその有効性や安全性が確認されたわけではない。AT の持つ運動生理学的意義や Borg 指数の使用経験から実用に供されている側面がある。

3) レクリエーション運動

持久性運動の後にレクリエーション的な運動を加えると, 運動療法の継続の動機づけに役立つ。レクリエーション運動では競技的な要素をできるだけ排除し, かつ動的な有酸素性の運動要素を多くするために, 多少のルールの変更が必要な場合もある (例えばコートを広くしたり, ネットを低くするなど)。

4) レジスタンストレーニング

人間の日常身体活動には筋力や筋持久力が重要であり, これらを維持・改善することによって身体活動をよ

り少ない負担で行うことができるようになる。また筋力を高めることが個人の活動量を増して生活を活動的にすることができるため, 包括的運動プログラムの中の重要な部分を占める。ただし, レジスタンストレーニングにおいては, 心血管系疾患や筋骨格系の異常の有無に十分注意することが必要である。

筋力の増強には, 最大もしくは最大に近い筋緊張を生じる負荷で少ない回数を繰り返す方法が有効であり, 軽い負荷で回数を多く繰り返す方法は筋持久力を増すのに効果がある。その場合, leg extension, leg press, calf raise, hip extension など下肢運動, bench press, shoulder press, triceps down, arm curl などの上肢運動, back extension, crunch などの体幹運動など (図 3) を, 8~15 回を 1 セットとして 1~3 回繰り返すことが推奨されている。筋力と筋持久力をともに増すには, 健常者では 8~12 RM (repetition maximum), 高齢者や心疾患患者では 10~15 RM の負荷量が必要とされている¹³⁹⁾。また週 2~3 日の頻度でかなりの改善がみられるが, それ以上回数や種目を増やしても, 得られる効果はそれほど増加しないとされる¹⁴⁰⁾。詳細は文献¹³⁹⁾を参照されたい。

5) クールダウン

クールダウンでは速度を落とした歩行・走行, ストレッチングなどの整理体操を行い, 徐々に安静時の心拍数・血圧に戻し, 急激な静脈還流の減少を防ぐことにより, 運動後の低血圧やめまいを予防する。また上昇した体温を下げ, 乳酸を早く排泄させ, さらに運動後にみられるカテコラミンの悪影響を取り除く。心疾患患者の運動トレーニング中の合併症を検討した報告では, 少なくともその 2/3 以上がウォームアップかクールダウン中に起きている¹⁴¹⁾。

心血管系患者における運動時の一般的注意

我が国では, みかけ上健康な人も含めて, 日常での具体的な運動の方法を示した解説がほとんどない。ここでは, AHA の科学ステートメント³⁾に記載された注意事項を本邦の実情にあわせてまとめる。

1) 気分がよいときにのみ運動する

感冒に罹患した場合などは自覚症状消失後 2 日以上たってから運動を再開する。

図3 レジスタンストレーニング

上肢，下肢，体幹の代表的なレジスタンストレーニング法を示す．

a) shoulder press, b) bench press, c) leg press, d) leg extension, e) back extension, f) crunch などの8~10種類の運動を，8~15回を1セットとして1~3回繰り返す



(横浜市スポーツ医科学センター提供)

2) 食後すぐに激しい運動をしない

食後は2時間以上待つ。食事により腸管の血液需要が増し，激しい運動時には腸と筋肉の両方に供給する血液循環能力を超えることがある。こむら返り，悪心，失神の原因になる。

3) 天候にあわせて運動する

運動は環境条件にあわせて調節すべきである。暑いときに運動する場合は特別の注意が必要である。気温が21を超えた場合には，ペースを落として熱傷害に注意を払う。また発汗による脱水を避けるために水分を摂取するようにする。守るべきことは，通常のペース(Borg 指数による自覚的運動強度で12~14)で運動し，環境条件によりペースを下げることである。気温が27を超える場合は，暑さを避けるために早朝または夕方

に運動する。登り坂の場合はペースを下げる。坂を登るときはスピードを下げ過剰な努力を避ける。ここでも有用な指針は，通常のトレーニングと同様に同一の自覚的労作強度を維持することである。

4) 適切な服装と靴を着用する

着衣は多孔性の素材でできたゆったりとした快適なもので，天候にあったものを用いる。スエットスーツは暖かさを保つ目的でのみ使用する。運動着に非多孔性のゴム素材は使用しない。直射日光下ではうすい色の運動着と帽子を着用する。また靴は運動用と指定されたものを用いる。

5) 自分の限界を把握する

定期的に医学的検査を受けるべきである。医師の診療を受けている場合は制限があるかどうかをたずねる。また服薬している場合には服薬時刻を考慮して運動する。

6) 適切な運動を選択する

有酸素運動を活動の主要要素とするが，充実したプログラムには柔軟性と運動強化を考慮に入れるべきである。

7) 自覚症状に注意する

自覚症状が発現した場合は，運動を続行する前に医師に連絡する。以下の症状はとくに重要である。運動時における胸部，腕，首，顎など上半身の不快感。運動

時の失神；医師による評価が終わるまで運動を中止する。
 運動時の息切れ；運動時には呼吸速度と深さは当然増大するが、それが不快なものであってはならない。通常の会話に努力が必要であったり、喘鳴が発生したり、回復に5分以上かかるほど呼吸が困難であってはならない。
 運動時または運動後の骨と関節の不快感；運動開始時に軽度の筋痛は起こり得るが、腰痛、関節痛が発生する場合には、医師による評価が終わるまで運動を中止する。
 慢性疲労と不眠；いずれも過負荷の可能性がある。

4 心疾患の病態と運動療法

心筋梗塞

心筋梗塞後には心身両面にわたりデコンディショニングが起こる。このような状況からの回復を促進し、冠危険因子を減らし、QOL（Quality of Life）を高め、社会復帰を促進し、再梗塞や死亡事故の予防のために心臓リハビリテーションが行われる。すなわち、心臓リハビリテーションは身体的、精神・心理的、社会的に最も適切な状態に改善することがその目的で、運動療法、栄養指導、職業カウンセリング、心理相談など多面的で集学的なアプローチを必要とするが、その中心は運動療法である。

1. 運動療法の効果

フラミンガム研究によると、身体活動が低いほど冠動

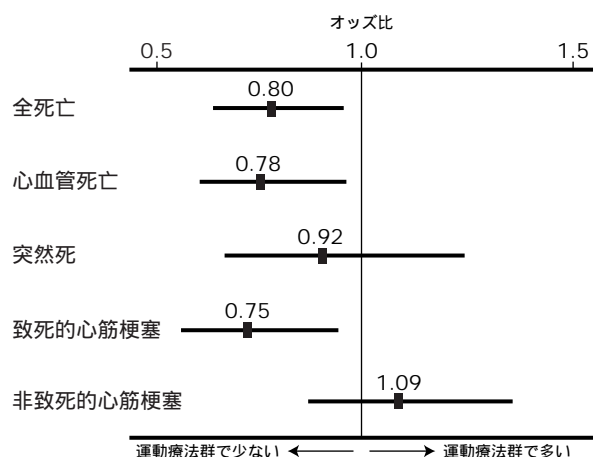
脈疾患は増加することが示されている。心臓リハビリテーションの効果として明らかなものに、虚血徴候の軽減¹⁴²⁾、運動耐容能の改善、心拍数の減少、血圧の低下、HDL コレステロールの増加、中性脂肪の減少など¹⁴³⁾がある。さらに他の危険因子の改善、精神・心理的な面を含めた QOL の改善、自律神経バランスの改善、運動時の心筋血流の増加、血中カテコラミンや乳酸値の減少、治療コンプライアンスの向上が期待できるが、心機能に対する改善効果は明らかでなく、むしろ末梢効果が大きいと考えられている¹⁴⁴⁾。PAI-1（plasminogen activator inhibitor-1）の減少、フィブリン溶解促進、Lp(a)の低下、あるいは高インスリン血症例におけるインスリン抵抗性の改善も報告されている¹³³⁾。また心不全例においては、慎重に経過をみながら行うことで運動能と QOL の改善が可能である¹⁴⁵⁾。

1) 死亡率の改善

死亡率に関する従来の無作為化対照試験^{82),80),146)}では、心臓リハビリテーションに参加した患者における生存率の向上傾向が一貫して認められている。メタアナリシスの結果（図4）⁸⁾によると、リハビリテーションにより心血管系死亡が20～25%減少し、運動療法単独では15%減少するとされる。冠動脈イベントの低下¹⁴⁷⁾も得られているが、非致死的心筋梗塞の発生率には差がみられていない⁸⁾。なお、運動負荷試験で耐容能が高いレベルにあるほど、その後の死亡率が低い¹⁴⁴⁾。また、慢性期心筋梗塞の予後（死亡）規定因子の1つとして早期リハビリテーションがあげられており、リハビリテーションの早期開始の意義が示唆されている。

図4 心筋梗塞後患者における運動療法の予後に及ぼす影響；無作為化対照試験の集計成績（文献8）より改変）

対象症例数 4,554 人，平均観察期間 3 年



2) 運動耐容能の向上

心疾患患者の運動耐容能は、運動療法により開始から3~6ヵ月後に11~66%向上し、耐容能の低い患者でより大きい効果が得られる⁸⁰⁾とされるが、運動療法による改善は運動強度があまり低いと十分に得られない可能性があり、嫌気性代謝閾値AT(anaerobic threshold)程度の運動が望ましい。なお、その改善効果は高齢者(75歳以上)になると遷延して数ヵ月間を要し¹⁴⁸⁾、多枝病変例では減弱する可能性がある。

最大酸素摂取量の増加は、最大心拍出量と最大動静脈酸素較差の増大による。その理由に関しMRIによる左室計測の結果では心収縮能の変化はみられていない¹⁴⁹⁾。むしろ、MRスペクトロスコピーによる検討で、骨格筋エネルギー代謝に改善がみられ、末梢効果が示唆されている¹⁵⁰⁾。しかし、心筋虚血を有する症例では、心電図ST変化¹³³⁾や運動負荷^{201Tl}心筋シンチグラフィ⁷⁷⁾から、運動時の心筋虚血改善が報告されている。

3) 自律神経系への影響

運動療法は自律神経系に対しても種々の影響を及ぼし、心拍変動から副交感神経優位¹⁵¹⁾、¹⁵²⁾になると考えられている。心筋梗塞後には交感神経が早期に回復し、副交感神経は3~4ヵ月にわたり、あるいはさらに時間をかけて徐々に回復するようである。早期の運動療法が、血清ノルアドレナリン濃度や尿中ノルアドレナリン排出量を有意に減少し、自律神経バランスを改善するとの報告もある¹⁵³⁾。また、MIBG(meta-iodobenzyl guanidine)を用いた心臓交感神経活性の検討で、運動療法による心臓神経機能の改善が示唆されている¹⁵⁴⁾。

4) 精神的効果

心筋梗塞症例にはうつ症状が多くみられ、独立した危険因子の一つと考えられているが、運動療法の精神的効果として、QOLや行動特性の改善が指摘されている¹⁵⁵⁾。運動療法にさらに精神療法を加えると、リハビリテーション効果が向上するとの報告も多い¹⁵⁶⁾。しかし多施設共同で、精神療法、カウンセリング、リラクゼーション、ストレス対応プログラムを週1回、7週間加えても、不安感、うつ症状には差がみられず、12ヵ月目の合併症、心事故、死亡率にも差がなく、精神療法には、従来の小規模試験でいわれてきたような効果は証明されなかったとの報告¹⁵⁷⁾もあり、結論は得られていない。

5) 左室リモデリング

梗塞後早期の運動療法において、左室リモデリングを

きたすという確実なエビデンスはないが¹⁵⁸⁾、中強度以上の運動¹⁵⁹⁾、前壁梗塞、梗塞サイズが大、左室駆出率が40~45%以下の例では運動療法により左室の拡大を生ずる可能性を示唆した報告もみられる¹⁴⁵⁾。

しかし、MRIによる左室計測の結果、運動療法前後で梗塞部、非梗塞部のいずれにおいても左室内径に差はみられていない¹⁶⁰⁾。さらに、EAMI¹⁰⁾、ELVD¹¹⁾研究では運動療法によって左室リモデリングはみられず、心事故はむしろ減少する⁶⁾という結果が得られている。AHCPR(米国医療政策研究局)刊行の心不全ガイドライン¹⁾においても、「健常人や心筋梗塞患者と同様、トレーニングによって運動能力は改善し、QOLは高まる」と記されている。なお、心不全例には、運動時心拍出量が増加せず、運動耐容能が不良の群と、正常に心拍出量が増加する群があり、前者では骨格筋への血液灌流が悪いため運動療法による改善が期待できない可能性が高く、その予測に役立つとしている¹⁶¹⁾。低用量のドブタミン負荷エコーも心機能改善の予測に役立つ可能性が示唆されている¹⁶²⁾。すなわち、慎重に経過を観察しながら運動療法を行えば、心不全合併例においてもその有用性は高いと考えられる。

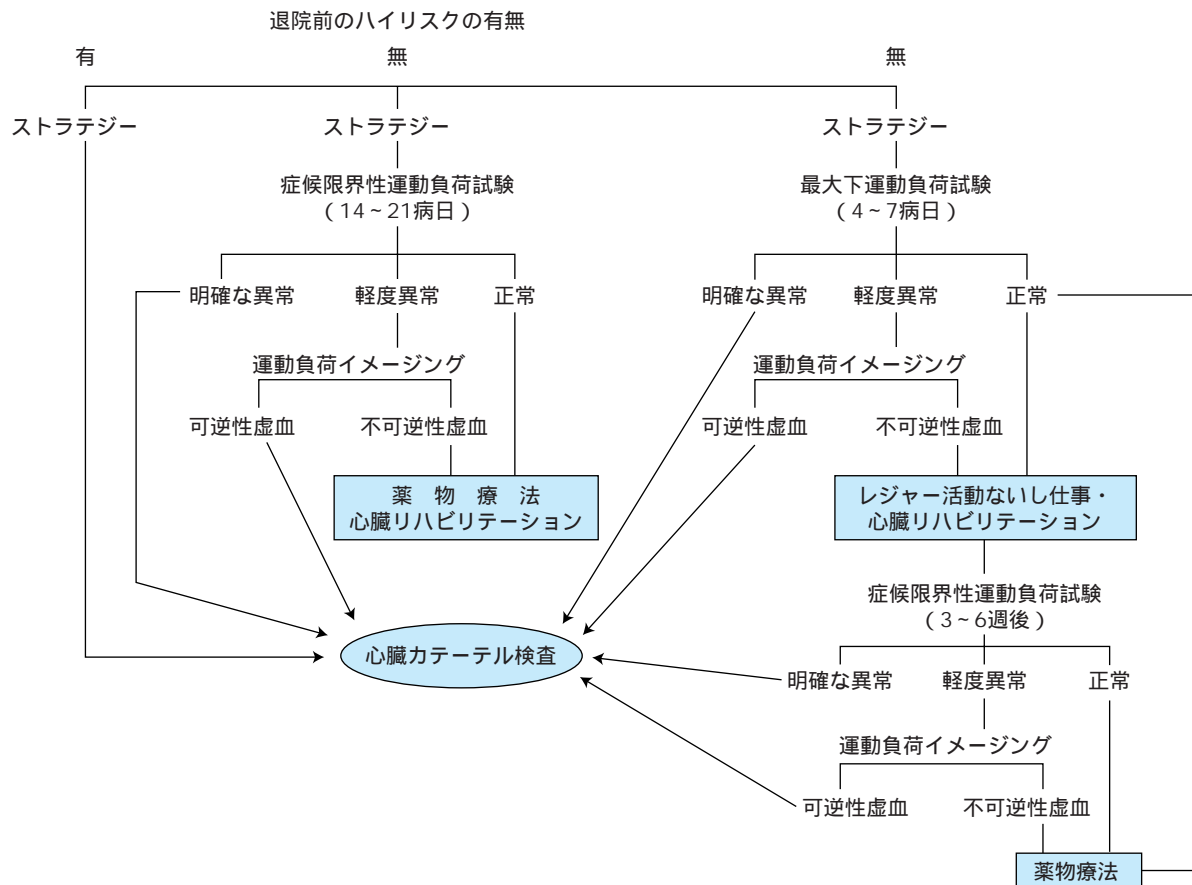
2. 運動処方

運動処方に先立って、心筋梗塞後の病態の評価し、リスクに基づいて治療・リハビリテーションの指針を立てる(図5)⁶³⁾。ここでリスクとは、梗塞サイズ、左室機能や心不全の有無、心筋虚血の有無、不整脈、運動耐容能などに基づく重症度を示す。ハイリスク群では冠動脈造影を行い、冠動脈再建術の適応を判定する(ストラテジー)。また臨床的に低リスクと考えられる症例では、ストラテジー またはストラテジー を選択できる。ストラテジー においては、第14~21病日に症候限界性運動負荷試験を実施する。ジギタリス服用例、左脚ブロックないし左室肥大で心電図判定が困難な症例では、運動負荷心筋シンチグラムを行う。これらの結果に基づいて心臓カテーテル検査の必要性を判定する。ストラテジー では第4~7病日に最大下の運動負荷試験を実施し、明らかな異常があれば心臓カテーテル検査を行うが、異常がない場合は、仕事や趣味で激しい運動を行う事が予想される症例、運動療法を行う症例には、3~6週目に症候限界性運動負荷試験を実施する。カテーテル検査前に運動負荷シンチグラムで可逆性虚血の有無を判定すべきである。梗塞領域に連続した小さな欠損の存在は、必ずしもカテーテル検査の適応とならない。

以下に、運動負荷試験と運動処方の実際について述べる。

図5 梗塞後早期の運動負荷試験に基づくリハビリテーションのストラテジー（文献163）より改変）

臨床的なリスク（低血圧，心不全，胸痛再発，運動不能）の有無によって，運動負荷試験，心筋シンチグラム，心臓カテーテル検査などを行い，リハビリテーションの指針を立てる（説明は本文参照）



1) 運動負荷試験と運動処方

運動処方に運動負荷試験は不可欠である¹⁶³⁾。通常はトレッドミルや自転車エルゴメータを用いて行い，その結果と前述のリスク，合併症，運動歴や運動嗜好，身体的・社会的環境を考慮して，具体的に運動処方を行う。また，ホルター心電図で，日常生活中心筋虚血発作や不整脈の有無，心拍数反応を把握しておくことも有用である。

日本循環器学会ガイドライン「心筋梗塞の2次予防¹⁴⁵⁾」では，運動療法の対象，運動処方，運動療法実施法からみた運動療法の有効性について，次のようにランク付けしている。

クラス（複数の多施設無作為試験で立証されている）

1. AT レベル，最大酸素摂取量の 40～85%，最高心拍数の 55～85% または自覚的運動強度 12～14 相当の運動

クラス a（少数の多施設無作為試験で立証されている）

1. 身体的な活動と運動の習慣をつけ長期にわたり運動療法を実施
2. 高齢者にも若年者と同様に運動療法を実施
3. 臨床的に安定したローリスク例に適切な指導と監視下に行う運動療法
4. 適切な指導と連絡下に行う在宅運動療法

クラス a'（多施設無作為試験はないが，複数の観察研究で支持されている）

1. 梗塞サイズが大きく，低心機能の前壁梗塞例に対する運動療法
2. スtent挿入後 1～4 週間の運動療法

2) 運動処方の実際

運動処方における運動強度は，最大酸素摂取量の 40～85%（最大心拍数の 55～85% に相当）とされるが，



最近では比較的軽めの 60~70% が処方されることが多い。心拍数の場合には、Karvonen の式を用いて、最大心拍数と安静心拍数の差に係数 0.5~0.7 を乗じて、安静時心拍数に加える、あるいは最大心拍数の 70~85% を目標心拍数とすることが多い。酸素摂取量や心拍数の代用として、自覚的運動強度 (表 9 参照) も実用的である。これは 6~20 の指数からなるが、“13” がほぼ AT に相当するため、運動強度としては“12~14”を用いる。

運動の時間・頻度については、1 回 30~50 分、週 3~5 回行うことが望ましい。ただし、前回の運動による疲労が残らないように初期には時間・回数を少なくして、トレーニング進行とともに漸増していく。なお、運動療法の頻度をさらに多く (2 時間のセッションを週 10 回) する方が AT を増加し、とくに若年者群で効果が大きいとの報告⁴⁾ がみられる。主運動の前後には準備運動と整理運動の時間を設ける。とくに、高齢者では準備運動の時間を十分にとり、その間に当日の状況を把握して運動時の心事故予防に役立てる。ウォーミングアップをしっかり行うことは外傷・転倒事故などを減らすことにつながる。

運動の種類としては、大きな筋群を用いる。持久的で、有酸素的な律動運動が望ましい⁵⁸⁾。歩行、軽いジョギング、水泳、サイクリングの他、各種のスポーツがあげられているが、スポーツ種目の場合には競争はさせず、運動療法開始当初は急激に負担のかかる等尺性の無酸素的運動を避けるなどの注意が必要である。

近年、筋力トレーニングの有効性が注目されている。有酸素運動による運動療法の参加者においては、安全に筋力トレーニングが行え、運動能の改善に有益のようである⁵⁸⁾。筋力トレーニングは、低リスク症例の場合、最大反復力の 20~40% が安全とされる¹⁶⁴⁾。なお、監視下運動療法では高強度 (最大の 60~80%) の筋力トレーニングでも問題はなく、筋力と運動耐容能が増加するのみならず、リスクファクターが減少し¹⁶⁵⁾、左室駆出率が増加するとされる。筋力トレーニングは高齢者でも体力増強¹⁶⁶⁾ や、ムード障害、うつ、疲労感・無気力などを改善することが報告されてはいる⁵⁵⁾ が、高齢者やハイリスク症例では有効性は明らかでないとの報告⁵⁸⁾ もあり、慎重な評価が望まれる。

心筋梗塞後の初期には監視下運動療法を原則とし、安全を確認した上で非監視型に移行していくのがよい。先に発表された厚生省循環器病委託研究 (齋藤班)⁴⁴⁾ のガイドラインでは、2 および 3 週間の急性期リハビリテーション・プログラムが提案され、合併症のない急性心筋梗塞症例では 2 週間プログラムを選択できるとしている

が、その場合退院時指導を十分に行い、円滑に回復期リハビリテーションに移行できるよう配慮すべきであることが記されている。リハビリテーションの進行に伴い、多くの場合 6~8 週間で再処方が必要となる。

運動療法は生活習慣変容療法と組み合わせて施行するのが最も効果的で、いろいろな職種のスタッフが共同でリハビリテーションを担当する必要がある。特別のトレーニングを受けたスタッフは、リハビリテーション継続とコンプライアンス向上においても重要な役割を演じる。なお、集団で行う監視型リハビリテーションでは、患者同士の情報交換や精神的な支援が得られるなどの利点があり、患者教育上の利点とコンプライアンスの向上に有用である。

3) 運動療法の禁忌・中止

運動負荷試験の禁忌および中止基準は第 3 章、表 5、6 に示したとおりであるが、運動療法の禁忌・中止基準もこれに準ずる。

日常的な労作で誘発される虚血発作 (1 mm 以上の虚血性 ST 低下、とくに有症状の場合) や、不安定狭心症、左冠動脈主幹部病変、重篤な左室機能不全、安静時収縮期血圧が 200 mmHg 以上の例では、運動は禁忌である。運動時に左心不全症状を示す症例や、収縮期血圧が 110 mmHg 未満ないし血圧上昇が 30 mmHg 未満の症例、運動耐容能が 5METs 未満の症例では運動療法は禁忌である。

運動中は適宜自分で脈を測るよう指導する。目標心拍数を超えたり、症状の出現や心電図異常を認めた場合には、運動強度を低減あるいは休止させる。在宅運動療法を指導する場合には、一定の歩行距離を決め、漸次歩行時間を短縮させるように指導するのの一法である。体調が悪い時、食後 2 時間、あるいは寒冷、高温・多湿の時には運動を避けさせる。運動日記を記入させることは、コンプライアンスを高めるのに役立つ。

3. 留意点

1) リハビリテーションへの参加とコンプライアンスの維持

運動療法への参加率・施行率を向上させるためには、監視型運動療法のみならず、在宅運動療法の積極的導入を考慮する。また、コンプライアンスを高め、その効果を永続させるためには、スポーツ種目の採用やスタッフによる動機づけが重要である。

運動療法の有用性が証明されているにも関わらず、米国では運動療法に参加する患者は、適応患者の 15% にすぎないことが問題とされている。この理由として、医師の紹介がないこと、患者の意欲が低いこと、地理的

または経済的制約のあることなどがあげられている¹⁴⁵⁾。リハビリテーション中断の要因として高齢、病識不足、雇用状況の問題などがあげられている。高齢者では、しばしば積極的な心臓リハビリテーションが行われないことがあり、またその継続にも十分な配慮が必要である⁵¹⁾。在宅運動プログラムも低リスク患者には有用で、簡便、安価という利点があるが、教育効果や患者同士の交流など重要な要素を欠く。米国では心電図の電話電送やスタッフによる連絡システムを構築して^{51), 167)}、動機づけとコンプライアンスの向上に務めている施設もある。わが国でも、運動療法のためのテレメトリー・システムの開発が行われている¹⁶⁸⁾。非監視型運動療法では、心理的なサポートや、社会的ネットワークがコンプライアンスを維持する上でとくに重要である。

2) 冠動脈インターベンション症例の運動療法

近年、急性心筋梗塞に対して冠動脈インターベンションが行われ、入院期間の短縮と早期社会復帰が行われるようになってきているが、運動療法はその多面的な効果から、心筋梗塞の治療計画に組み入れられるべき標準的ケアといえる¹⁴⁵⁾。合併症がない場合には梗塞後 1~2 週間で退院となることもあり、1996 年のガイドライン¹⁴⁴⁾ですでに 2 週間コースが紹介されているが、そのプログラム適用条件やさらに 1 週間コースの検討が必要になってきている。冠動脈インターベンション症例の場合、いつから運動療法を開始すべきかについては意見の一致をみないが、低強度の運動であればより早期に開始しても問題はないと考えられる（第 4 章 参照）。

3) その他

遮断薬が運動療法に及ぼす影響について議論があるが、運動療法効果には有意差がなく¹⁶⁹⁾、心拍変動からみたりハビリテーション効果にも影響を与えないようである⁷⁶⁾。

運動により体組成が変化し、骨・脂肪以外の組織量は増加するが、最大酸素摂取量は体組成変化よりも筋力の増加と関連するとの報告がある¹⁷⁰⁾。また、運動効果の評価に最高酸素摂取量が用いられるが、除脂肪体重で補正すべきとの指摘もある¹⁷¹⁾。

心臓術後

開心術後の心臓リハビリテーションは心筋梗塞後のそれとは多少異なる。開心術を受けるに至った基礎疾患が虚血性心疾患である場合は、冠危険因子是正による二次

予防が目的の一つである点では同様であるが、手術を受けたことに関する精神的な問題、グラフト開存に関する問題など、開心術独特の問題が存在する。また、基礎疾患が心臓弁膜症の場合は、術前から存在する心不全状態の改善が心臓リハビリテーションの主たる目的であり、この意味ではむしろ慢性心不全に対する心臓リハビリテーションに似ている。

開心術後の運動療法については、1996 年、厚生省研究班（班長：齋藤宗靖）からすぐれたガイドラインが提出されている¹⁴⁴⁾。ここではそのガイドラインを参考に、その後の知見をふまえて開心術後の運動療法の効果、方法について述べる。

1. 運動療法の効果

1) 運動耐容能

開心術後の運動療法は運動耐容能を改善させる。バイパス術後症例では最大酸素摂取量、心拍数、²⁰¹Tl の uptake¹⁷²⁾、換気量・二酸化炭素排出量関係 ($\dot{V}_E \cdot \dot{V}CO_2$ slope, 用語解説参照) および最高酸素脈が改善する¹⁷³⁾。弁膜症術後症例でも運動耐容能は改善する^{174), 175)}。弁置換術は心機能を正常化するが、それだけでは運動耐容能は改善せず、血管拡張能や骨格筋などの末梢機能の改善と相まって運動耐容能は増加する。

2) 冠危険因子

運動療法は収縮期および拡張期血圧¹⁷⁶⁾、喫煙率¹⁷⁶⁾、中性脂肪¹⁷⁷⁾、HDL コレステロール¹⁷⁷⁾、総コレステロール¹⁷⁸⁾、血糖値・インスリン抵抗性¹⁰⁵⁾などの冠危険因子を改善する。一方、これらの改善には運動療法だけではなく食事療法の併用が必要であるという報告もある¹⁷⁹⁾。

3) 自律神経活性

自律神経活性は心不全の病態ならびに不整脈死と密接に関係すると考えられる。交感神経活性の上昇は血圧・心拍数増加による心筋酸素摂取量の増大、血小板機能の活性化、血管過収縮による前負荷および後負荷の増大をもたらす。また、副交感神経活性の低下と相まって不整脈の発生も増加する。開心術後の運動療法は術後の自律神経活性を改善する¹⁸⁰⁾。

4) 心機能および末梢機能

冠動脈バイパス術後の運動療法は一回拍出量および心拍出量を増加させる¹⁸¹⁾。また、下肢血流量や末梢血管コングクタンズの改善もみられるため、心収縮力そのものの改善は不明であるものの、運動中および安静時から運

動中にかけての左室駆出率の増加度を改善する¹⁸²⁾が、一方、運動中の左室駆出率は変化しないという報告もある¹⁸³⁾。

バイパス術後の運動耐容能改善の主たる要因は、運動療法開始3ヵ月目頃までは心機能の改善に、以後は骨格筋機能の改善にあるとされる¹⁸⁴⁾。

5) グラフト開存率

運動療法はバイパスグラフト開存率を改善する¹⁸¹⁾。運動療法により開存率が17%増加するとの報告もみられる¹⁸⁵⁾。運動療法によってもたらされる不応力の増大、tPA (tissue plasminogen activator) の活性亢進、PAI-1 (plasminogen activator inhibitor-1) 抗原量と活性の低下¹⁸⁵⁾、および脂質の改善¹⁸⁶⁾などが関係すると考えられる。

6) QOL

運動療法は患者のQOL (quality of life) を改善する。冠動脈バイパス術後5年間、運動療法を通常の薬物療法に加えた検討でNottingham Health ProfileによるQOLスコアの改善がみられた⁴⁹⁾。また、85%の患者で仕事への満足度、家庭生活、社会生活、性生活が改善した¹⁸⁷⁾。

7) 精神面

心疾患患者の30~50%が精神的に不安定になるといわれる¹⁸⁸⁾。精神的なストレスは冠動脈疾患患者の予後を悪化させ¹⁸⁹⁾、時に動脈硬化病変を不安定にする¹⁹⁰⁾。この精神的な反応には男女差があり、女性のほうがうつ状態になりやすい。また女性では痛みに伴い不安感が増幅する特徴が認められている¹⁹¹⁾。運動療法は不安定な精神状態を改善させる。特に集団での心臓リハビリテーションは効果がある^{192),194)}。

8) 再入院率および医療費

心臓リハビリテーションは開心術後の再入院率およびそれに伴う医療費を減少させる。再入院の回数が減ると同時に入院時の医療費も削減できる¹¹³⁾。また、抗不安薬の使用頻度も減少する¹⁹⁵⁾。

2. 運動療法の方法

1) 開心術後の急性期リハビリテーションプログラム

表10に開心術後の急性期リハビリテーションプログラムの例を示す。心肺運動負荷試験(CPX: cardio-pulmonary exercise test)が実施できれば、AT (anaerobic threshold) の決定や心機能評価などが可能なため運動処

表10 心筋梗塞・開心術後急性期のリハビリテーションプログラム

ステージ	病日		リハビリの場所	運動負荷検査など	リハビリテーション活動		看護・ケア・食事		娯楽
	3週間	2週間			病棟内動作	運動療法	看護・ケア	食事	
	1-3	1-2	CCU・ICU	自動坐位負荷 立位負荷	臥位・安静 受動坐位 自分で食事		全身清拭	水分のみ 普通食 (半分)	テレビ ラジオ可
	4-6	3			坐位自由 歯磨き	ベッドに座って 足踏み	立位体重測定 介助洗髪	普通食	新聞 雑誌可
	5-7	4	一般病棟	30~50m 歩行負荷	セルフケア 病棟内自由 室内便器使用	ベッドから降り て室内歩行	検査は車椅子		
	6-8	5-6		100~200m 歩行負荷	トイレ歩行可		検査は介助歩行		
	7-14	6-7	運動療法室	(心肺) 運動負荷 試験 - 運動強度設定 -	病棟内自由	監視型運動療法 (ATレベルまたは 最大負荷の40 ~60%強度)		ロビーで 談話	
	15-16	8-10		必要に応じ運動 強度の再設定	シャワー可				
	17-21	11-14		(心肺) 運動負荷 試験 - 評価 -	入浴可				退院指導 (運動・食事・服薬・生活・ 復職・異常時の対応など)

方は容易である。一般に 100 m から 200 m 歩行負荷が可能となった術後 7 日目頃に、心肺運動負荷試験またはそれに代わる運動負荷試験を行い、運動器具を使用した有酸素運動を主体とした運動療法を開始する。

2) 運動療法開始時の注意点

以下の点がクリアされている場合に運動療法を開始する。

発熱がなく、炎症反応が順調に改善傾向を示している

心膜液・胸水貯留が甚だしくない

新たな心房粗・細動がない

貧血はあってもヘモグロビン 8 g/dl 以上で改善傾向にある

なお、ペーシングワイヤーは運動療法の禁忌とならないが、抜去当日の運動療法は避ける。

3) 有酸素運動

負荷強度としては有酸素運動レベルが望ましい。一般に、AT は最大運動能力の 50~65% の運動強度であり、漸増負荷中に酸素摂取量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}O_2$) と二酸化炭素排出量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$) や呼気終末酸素分圧 (PE_TO₂) と呼気終末二酸化炭素分圧 (PETCO₂) の関係、またはガス交換比 (R : $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) の変化からリアルタイムで決定できる。従って AT に到達したことを確認した時点で運動負荷試験を中断すれば、最大負荷に至らずに運動負荷試験を中止することができる。運動負荷試験による合併症は最大負荷付近に多いため、最大負荷に達しないで中断する運動負荷試験であれば、術後早期でも安全に運動負荷試験が施行可能である。運動療法開始時期が術後 2 週目以降となる場合は、最大酸素摂取量の 50~70% の運動強度を処方してもよい。胸骨離開の危険性を避けるため運動負荷施行時にはハンドルを強く握らないように指導する。

呼気ガス分析ができない場合、運動処方 Karvonen 法による心拍数処方で行うこともできる。原法では Karvonen の式 [(予測最大心拍数(220 - 年齢) - 安静時心拍数) × (0.4 ~ 0.6) + 安静時心拍数] を用いるが、開心術後 1~2 週間は副交感神経活性が著明に低下し交感神経活性が亢進するために、安静時には頻脈で運動中の心拍数増加が少なく chronotropic incompetence (心拍応答不全) を呈する例が多いので、最大心拍数は運動負荷試験を行って実測すべきである。また 遮断薬、ジルチアゼム、ベラパミルなどを服用中の患者も運動に対する心拍応答が低下する。そのような場合、わずかな設定心拍

数の増減が大きな負荷量のずれを招くので注意を要する。したがって Karvonen 法は安全域の広がった術後 1 ヶ月以降に用いるほうが安全である。心肺運動負荷試験で得られる AT を使わずに術後早期から運動処方を行う場合には、ランブ負荷試験において血圧と心拍数を 10~15 秒ごとにモニターし、増加の程度が急峻になる点を決定すれば AT の代用として運動強度の指標となる。いずれにしても、運動負荷試験は必要であるが、この時期に必要なのは虚血誘発試験ではなく運動処方作成のための試験であることを銘記すべきである。

4) レジスタンストレーニング

レジスタンストレーニングも有効である¹³²⁾。有酸素運動に比べて除脂肪体重、筋力、基礎代謝をより増加させる。また骨量、インスリン抵抗性、脂質代謝、最大酸素摂取量、一回拍出量・心拍出量が改善する¹⁹⁶⁾。しかし、サーキットトレーニングは安全で骨格筋力を増強するものの、最大酸素摂取量は改善しないとの報告もある¹⁹⁷⁾。開心術後のレジスタンストレーニングには、等尺性運動 (isometric exercise) よりも、等速度性運動 (isokinetic exercise) 8~10 種類をリズムカルに行うことが推奨される^{3), 132)}。

開心術後患者は胸骨切開を行っていることが多いため、術後 3 ヶ月間は上肢に 1 kg 以上の負荷のかかるレジスタンストレーニングは避けることが望ましい。一方、過度の上肢の安静は胸骨切開周囲の軟部組織の癒着を招くため、ROM (関節可動域) を拡大する運動は術後 24 時間以内に開始したほうがよいとされる¹³²⁾。下肢に関するレジスタンストレーニングは週 2~3 回、最大負荷量の 30~50% を 10~15 回¹³⁹⁾、あるいは Borg 11~13 のレベルで 8~12 回繰り返す¹³²⁾。通常、レジスタンストレーニングは術後 3 ヶ月経過し、胸骨が安定した症例には、chest press (坐位で両上肢を前方に水平に押し出す) や shoulder press (坐位で両上肢を前上方に押し出す) などの上肢の筋力増強運動を取り入れたほうがよい^{3), 132), 139)} (図 3 参照)。

5) 呼吸理学療法

開心術後患者は胸骨切開により物理的・心理的に胸郭運動が制限されるため、無気肺が発生したり、浅く早い呼吸になって息切れ感を増悪させる。術後早期、合併症がなければ手術翌日から呼吸理学療法を行うことによって呼吸器合併症の予防効果がみられる。しかし、離床後の器具を用いた呼吸理学療法は、酸素飽和度や呼吸機能に与える影響はほとんどなく^{198), 199)}、通常の運動療法で

十分である。

6) 家庭での運動療法

心臓リハビリテーションは入院中のみならず退院後も生涯にわたって必要であり、退院後の運動療法が重要となる。自宅での非監視下の運動療法を適切に行えば監視下の運動療法同様の効果が得られる²⁰⁰⁾⁻²⁰²⁾。電話を利用した患者教育や運動指導も不安感軽減に有用である²⁰³⁾。

7) 運動療法の開始時期

開心術後、運動療法はなるべくすみやかに開始する。術後1週間目からの有酸素運動療法は、安全かつ感染の増悪や死亡率を増加させることなく施行でき、バイパスの開存率を改善するとされている²⁰⁴⁾。また、術後1週間目から運動療法を開始すると、約2週間で運動耐容能が回復するとの報告もあり²⁰⁵⁾、合併症のない場合はできるだけ早い時期から運動療法を開始すべきである。また、ROM（関節可動域）に関する運動は術後24時間以内に開始する¹³²⁾。

8) 運動療法の阻害因子

開心術後、運動療法を開始しようとしてもさまざまな要因で開始できない、あるいは中断せざるを得ないことがある。運動療法開始を妨げる最大の要因は心房細動などの不整脈と脳血管障害であり、進行遅延の理由は不整脈、高齢および左心機能低下である^{206), 207)}。

以上、開心術後の運動療法について概説した。開心術後の運動療法の主目的は、デコンディショニングの改善のみならず、日常生活活動度を高めて、生活の質を改善し、さらに予後の改善を目指すことにある。内科医と外科医の密接な連携のもと、開心術後患者に必要な運動療法を必要な時期に十分行うことが必要である。



狭心症・冠動脈インターベンション

1. 狭心症

AHCPR（米国医療政策研究局）の心臓リハビリテーションに関するガイドライン（1995年）⁹⁾では、科学的証拠能力は中等度ではあるものの、「運動療法は冠動脈疾患患者の狭心症状を改善する。症状の改善のための重要な要素として運動療法が推奨される」としており、運動療法によって心電図や心臓核医学検査による心筋虚血の臨床的指標が改善することは、症状の改善を裏付ける

ものであると結論している。

1) 狭心症状

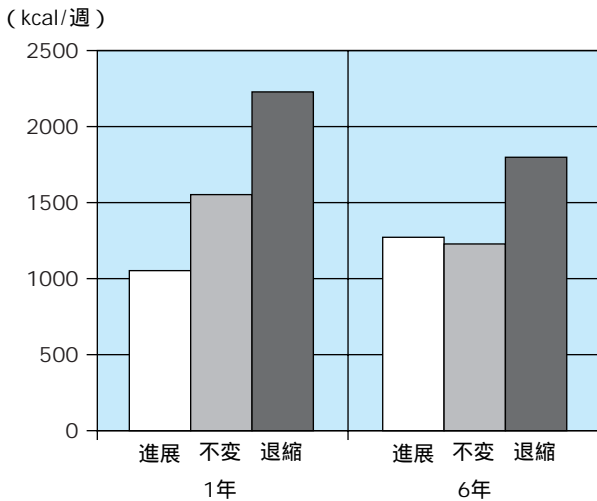
Ornishら¹⁹⁾による狭心症患者を対象とする生活習慣改善の介入試験では、運動回数は対照群に比べ介入群で1年目、5年目とも多く、この間の狭心症発作回数は介入群で 5.8 ± 14.7 回/週から1年目 0.5 ± 0.8 回/週、5年目 1.6 ± 2.7 回/週へと減少したが、対照群では 1.4 ± 1.8 回/週から1年目 4.0 ± 9.3 回/週へと増加した。また、ホルター心電図を用いたToddら²⁰⁸⁾の研究では、1年間の運動療法により日常生活における虚血性ST下降が30%減少し、狭心症の回数、持続時間が有意に減少したとしている。一方、リハビリテーション看護婦による介入を行ったSHIP研究⁹³⁾や、PTCA術後患者における2年間の生活習慣修正の介入試験⁹⁴⁾では、介入群で運動習慣および食事療法の遵守率は高いが、狭心症の自覚症状に関しては対照群と有意差を認めなかった。これらの研究において脂質代謝の改善に関しては介入群と対照群で有意差がないことから、狭心症における運動療法の有効性は介入方法によって異なっており、狭心症の自覚症状を改善するためには他のリスクファクターも含めた生活習慣の修正が必要と考えられる。

2) 冠動脈病変

Ornishら¹⁹⁾による5年間の生活習慣修正介入試験では、狭心症状の改善と共に冠動脈病変に改善を認めている。冠動脈狭窄度は介入群では41.3%から1年目38.5%、5年目37.3%へと減少、対照群では40.7%から1年目42.3%、5年目51.9%と有意に増加し、介入群との間に有意差を認めている。さらに心血管イベントの発生率は対照群に比し介入群で有意に少なかった。心筋梗塞の発症や死亡には両群間で有意差はないものの、入院およびPTCA施行は介入群で有意に少なく、生活習慣修正への介入の有効性を症状と冠動脈病変から証明している。Niebauerら²¹⁾、Hambrechtら²⁰⁹⁾も運動療法と食事療法による6年間のリスク介入試験で同様の結果を報告している。介入群では体重、BMIは変化しなかったが対照群では増加し、脂質や運動耐容能も介入群で改善した。血管造影所見では、冠動脈平均狭窄率は介入群で $58.9 \pm 27.7\%$ から $62.0 \pm 25.9\%$ と有意な変化がなかったのに対し、対照群では $54.7 \pm 34.7\%$ から $66.6 \pm 25.9\%$ と有意に増加し、介入群では19%に退縮を認めたのに対し、対照群では退縮は認められなかった。また追跡期間中の新規病変の発生は介入群で30%、対照群で73%に認められた。運動耐容能と冠動脈狭窄の関係をみ

ると、冠動脈狭窄退縮例で有意の運動耐容能の増加を認め、冠動脈径と運動耐容能には粗ながら有意の相関を認めた。Niebauer ら²¹⁾、Hambrecht ら²⁰⁹⁾による余暇時間エネルギー消費量と冠動脈病変との関係を図 6 に示す。退縮例でのエネルギー消費量は、1 年目で 2204 ± 237 kcal/週と進展例、不変例に比べて多く、6 年目でも同様に退縮例で多いことから、余暇運動によって冠動脈の改善が望めるとしている²⁰⁹⁾。このエネルギー消費は、一次予防に必要なエネルギー消費量とほぼ同じであり、本邦で推奨されている 1 日 1 万歩の歩行運動が冠動脈病変の退縮に有効と考えられる。低 HDL コレステロール血症 (40 mg/dl 未満) 患者を対象とした観察研究においても、1 日 1 万歩以上の歩行を継続した例では HDL コレステロールは 55 mg/dl 以上に増加しており⁸⁹⁾、また 1 日 1 万歩は糖尿病の管理においても推奨される運動量である²¹⁰⁾。規則的な運動は、他のリスクファクターの改善と合わせて冠動脈狭窄退縮に有効であるといえる。

図 6 余暇時間エネルギー消費量と冠動脈病変
(文献 21), 209) より作図)



3) 心筋灌流

冠動脈疾患患者に対する長期介入の効果の機序として、冠動脈狭窄病変の改善とは別の機序による心筋灌流の改善が報告されている (表 11)。運動により側副血行が改善するかどうかは結論が得られていないが、運動は動脈硬化病巣を安定化させ、冠動脈内皮細胞の機能を向上することにより、また間接的に高脂血症の改善や降圧効果を介して、血管拡張や冠血流予備能を改善し、側副血行を介さずに虚血により低下している心筋灌流の改善が得られる可能性が示されている^{71), 77), 211), 216)}。

2. 冠動脈インターベンション後

冠動脈形成術 (PTCA) 後の患者に対する包括的心臓リハビリテーションは、理論的には適応があるものの十分な証拠が得られていないことから、AHA のガイドライン「心臓リハビリテーションプログラム」⁸⁰⁾ や AHA/ACC の「心臓リハビリテーションに関するガイドライン」¹⁾において、適応の時期の明確な基準が示されていない。近年、PTCA 受療者が増加し、中でもステント留置症例は初期の亜急性血栓性閉塞を起こす可能性があることから、運動療法を中心とした包括的心臓リハビリテーションの適応についての基準が求められている。

1) 運動療法効果

Belardinelli ら⁹⁹⁾は、PTCA 後 25 ± 7 日に運動負荷試験を行い、ステント留置 81 例を含む 118 例の運動療法に関して、運動群と対照群における 6 ヶ月後の冠動脈造影所見を検討している。それによれば再狭窄率については両群間で有意差を認めなかったものの、残存狭窄率は運動群で有意に低く、経過中のイベント発生率も運動群 11.9 % と、対照群 32.2 % に比べ有意に低値であった。また、羽田ら²¹⁷⁾は、Wiktor ステント留置後の患者 148 名を対象に、無作為化対照試験により心臓リハビリテーションの効果をも 7 ヶ月の時点で検討している。リハビリテーション群では、リスクファクターである体格指数、

表11 長期運動療法による心筋灌流への効果

報告者 (文献)	発表年	対象数	介入方法	期間	検査方法	結果*
Sebrechts ²¹²⁾	1986	56	有酸素運動	1年	²⁰¹ Tl 心筋シンチグラフィ	46 %
Schuler ²¹³⁾	1988	18	低脂肪食, 有酸素運動	1年	²⁰¹ Tl 心筋シンチグラフィ	54 %
Todd ²¹⁴⁾	1991	40	在宅柔軟体操	1年	²⁰¹ Tl 心筋シンチグラフィ	34 %
Gould ²¹⁵⁾	1995	35	低脂肪食, 運動, ストレスマネージメント	5年	PET	79 %
Linxue ⁷⁷⁾	1999	58	運動	1年	²⁰¹ Tl 心筋シンチグラフィ	71 %

* : 観察期間前後の対照群と介入群の心筋灌流改善度の差 (介入群 - 対照群)

総コレステロール、HDL および LDL コレステロール、中性脂肪が有意に改善したのに対し、対照群では不変であった。7 ヶ月時点における再狭窄率はリハビリテーション群 20.2% で、対照群の 37.5% と比べて有意に低く、またステント留置部の最小狭窄径はリハビリテーション群 2.23 ± 0.28 mm に対し、対照群では 1.73 ± 0.36 mm と有意にリハビリテーション群で大きく、心臓リハビリテーションにより PTCA 後の再狭窄およびイベント発生が防止される可能性を示唆している^{81), 209), 218)}。ステント内狭窄は血管平滑筋が中膜から内弾性板を越えて内膜へ遊走して増殖する新生内膜過形成であり²¹⁹⁾、一般的な動脈硬化とは異なることから、再狭窄防止の機序としては、shear stress 増大による非障害内皮からの NO 由来の血管拡張や内膜平滑筋の進入の抑制、血液粘張性の減少などが考えられている^{99), 211), 218)}。

2) 運動療法の適用時期

PTCA 後、なかでもステント留置後の運動負荷試験や運動療法の開始時期は、亜急性血栓性閉塞 (subacute thrombosis) の危険性から明確に示されておらず、安全性に配慮して 2 週間以降を運動負荷試験の適用時期とする報告が多いようである^{81), 94), 99), 217)}。また、米国およびカナダ 89 施設におけるステント留置例を含む PTCA 後の最初の運動負荷試験の平均実施時期は、カナダが 2 ヶ月、米国が 3 ヶ月と報告されている²²⁰⁾。一方、本邦におけるステント留置急性心筋梗塞症例に対する運動負荷試験および運動療法に関する全国調査では、4360 例の中でステント留置 1 ヶ月以内の亜急性血栓性閉塞は 46 件であり、運動に関連したものはチクロピジン非投与例で 1 例認められたのみであった²²¹⁾。しかし、ステント留置例の 24.1% において、発症 7 日以内に回復期運動療法を開始しているが、運動療法では亜急性血栓性閉塞の発生を認めていない²²¹⁾。また、ステント留置の 7% の症例で亜最大負荷試験が発症 7 日以内に施行され、12.8% の症例で症候限界性最大負荷試験を発症 14 日以内に実施していた。これらの結果をふまえ、冠動脈内ステント留置急性心筋梗塞症例に対する回復期運動療法および運動負荷試験の開始時期は、非留置例より遅らせる必要はなく、また回復期運動療法および亜最大運動負荷試験は、発症 7 日以降であれば十分な抗血小板薬治療下に安全に施行できることが報告されている²²¹⁾、現時点では十分なエビデンスとはなっていない。

不整脈

不整脈と運動について論ずる場合には、運動誘発不整脈と運動によって逆に抑制される不整脈があるので、この両面を考慮することが必要である。しかしながら、不整脈と運動あるいは運動療法に関する大規模無作為化対照試験の報告は極めて少ない。

1. 運動と不整脈²²²⁾

不眠、ストレス、不安、飲酒、カフェイン、喫煙、さらに利尿薬、ジギタリスの服用など、いくつかの条件が加わることによって不整脈は誘発されやすくなる。

虚血性心疾患では、運動による血圧・心拍数の上昇に伴う心筋酸素消費の増加や交感神経活性の亢進によって心筋虚血が誘発され、電気的な異所性活動が起きやすくなる。この傾向は心内膜下虚血より貫壁性虚血において強い。また心不全患者では、原因疾患に基づく器質的障害によって、再帰回路形成、心拡大、心肥大、心筋の伸展、イオンチャンネルの変化、カルシウム負荷が関わり撃発活動が生じる。これは不応期のばらつきとともに不整脈誘発の原因となる。

運動を中止した直後には、末梢血管の拡張と静脈還流の減少により心拍出量が低下し、これに交感神経活性の亢進と冠灌流の減少が加わる。この際、活動電位の 4 相が促進されて異所性の Purkinje pacemaker の自動能が亢進する。

運動中に出現する不整脈の中で最も多いのは心室期外収縮であり、上室性不整脈、融合収縮がそれに続く。その出現頻度は年齢や基礎疾患によって異なる。心室期外収縮は突然死に関連する可能性があるため注意が必要である。一方、洞性徐脈や洞性不整脈は運動中や回復期初期にはしばしばみられるし、心房期外収縮も稀ではない。運動負荷試験中の一過性心房細動・粗動の出現は 1% 未満とされる。発作性房室接合部頻拍がみられることは非常に稀である。

2. 運動トレーニングの中止基準

アメリカスポーツ医学会では、運動トレーニングの中止基準として以下のような Lown 分類 2 度以上の心室性不整脈をあげている⁴⁾。

- 1) 心室頻拍 (3 連発以上)
- 2) R on T の心室期外収縮
- 3) 頻発する単一源性心室期外収縮 (30% 以上)
- 4) 頻発する多源性の心室期外収縮 (30% 以上)

5) 2 連発（1 分間に 2 回以上）

運動トレーニング中の運動中止基準は、運動療法が監視型か非監視型かによって異なる可能性がある。また、後述する心室性不整脈の再現性や突然死発症に関わる心室性期外収縮についての検討が必要である。

3. 運動中の心事故

Mead らの報告²²³⁾では、運動療法中の心室細動を 15 例に認め、全例救命できたが、後日 2 例が突然死している。この報告によると、運動療法の 6,000 時間・人に 1 回の割合で心室細動が生じることになる。Haskel ら²²⁴⁾は 748,133 人・時間（22 施設）の運動療法において、致死的な事故が 10 例、非致死的な事故が 37 件発生したが発生率は低く、監視型運動療法は安全であるとしている。

今井らは自施設における 20 年以上にわたる心疾患患者の運動療法の経験の中で、その 10 年間の監視型運動療法中（88,373 時間・人）に不整脈事故を起こした症例は皆無であることから、運動療法は安全であると考えている²²⁵⁾。虚血性心疾患における不整脈の出現は、心不全、梗塞領域の拡大、再梗塞、突然死の誘因となるが、反面運動療法によって不整脈発生の閾値が上昇し、不整脈が減少するとの報告もある²²⁶⁾。村山ら²²⁷⁾はスクリーニング検査としての運動負荷試験において、虚血性心疾患患者の心事故の頻度は健常者のそれに比較して必ずしも多くはないとしている。

4. 不整脈に対する運動療法の効果

AHCPR（米国医療政策研究局）の「心臓リハビリテーションのガイドライン」¹⁾では、4 編の無作為化対照試験と 1 編の観察研究で不整脈に対する運動療法の効果が示されている。2 編の無作為化対照試験では、対照群と比較して運動療法群で心室性不整脈が減少した²²⁸⁾、²²⁹⁾。しかし 1 編ではホルター心電図上での不整脈の頻度および重症度には差を認めなかった²⁰⁸⁾。またもう一つの無作為化対照試験では、対照群より運動群に悪性不整脈の出現頻度が増加した²³⁰⁾。観察研究では、運動療法前後での運動負荷試験時の心室期外収縮の頻度に差が認められなかったとしている²³¹⁾。これらの報告をまとめると、40% の報告で有効、40% で不変、20% で増悪ということになる。

日本における研究は極めて少ないが、奥田らの検討では²³²⁾、心室性不整脈が頻発する 19 例を 1 年間運動療法を行って追跡したところの、1 ヶ月間で 80% の症例で心室期外収縮が減少、また運動療法において一たん増加した不整脈も 3 ヶ月後には減少していた。運動療法によ

り不整脈症状の悪化、R on T や心室頻拍の出現は認められなかった。

5. 運動療法による心室性不整脈減少の機序

運動による不整脈減少の機序として以下のことが考えられている。

- 1) 心筋虚血の改善による不整脈出現閾値の上昇
- 2) 交感神経緊張の低下、血中カテコラミンの減少
- 3) 副交感神経活性の上昇
- 4) 受容体の感受性の低下
- 5) 心機能、心拡大の改善
- 6) overdrive suppression 抑制効果
- 7) 脂質を含めたエネルギー代謝系の改善
- 8) 精神的ストレスの改善

6. 不整脈研究の限界と問題点

運動療法と不整脈の問題を論じるにあたり、以下の問題点が指摘されている。

1) 不整脈出現の再現性

不整脈の予知、予防を考える場合不整脈の出現の再現性の低さが問題になる。野原らの 296 名の運動負荷試験による検討では、心室期外収縮発生の再現性は 10% と低い²³³⁾。さらに心筋虚血出現時に再現性をもって心室期外収縮が出現した症例は 7% であるのに対して、ST 低下のない症例でも 17% で再現性がみられた。また左室拡張期径が 55 mm 以上の症例で多現性の心室期外収縮が有意に多かった²³³⁾。

2) 運動負荷試験と運動療法中の不整脈出現の乖離

運動負荷試験中の不整脈の出現が、必ずしもリハビリテーション運動療法中の不整脈出現と相関しない点も問題点として指摘される。野原らによる 164 名の検討（9,916 人・時間）では、運動療法中に ST 下降が 9 例、一過性の心室頻拍が 20 例に認められたが、これらの症例に対して前もって行った運動負荷試験では、ST 下降が 56% で予測可能であったのに対し、心室頻拍についてはまったく予測不可能であった²²⁵⁾。運動負荷試験による運動療法中の不整脈出現の予測はきわめて難しい。

3) 不整脈の重症度

危険とされる心室期外収縮が、致死的な不整脈につながるか否かも大きな問題である。多施設研究によれば²³⁴⁾、心機能の低下と不整脈の出現が合併した症例では突然死が増加するとされている。しかし、一方で心不全におけ



る突然死においては悪性不整脈の出現が単独の危険因子でないことも指摘される。

まとめ

不整脈疾患に対する運動療法の効果、運動療法中の不整脈の危険性に関しては、現在のところエビデンスとなる研究に乏しい。運動時、不整脈の出現が危惧される場合はモニター監視下で運動を行わせ、かつ不整脈による運動の中止基準を遵守すべきである。しかし一方で、運動による心室性不整脈の治療効果の可能性もあることから、不整脈の運動療法はさらに研究的に行われるべきである。

左室機能不全（慢性心不全）

1. 慢性心不全における運動耐容能低下の機序

労作時呼吸困難や易疲労性は、心不全患者における運動耐容能低下を示す特徴的な症状である。しかし、心不全患者の運動耐容能（最高酸素摂取量； $\text{peak } \dot{V}O_2$ ）は、左室収縮機能に規定されるのではなく²³⁵⁾⁻²³⁹⁾、骨格筋筋量の減少、代謝異常、血管拡張能の低下、呼吸筋仕事量の増大などにより規定されることが明らかにされている²⁴⁰⁾⁻²⁴³⁾。また、過度の安静や長期臥床により、筋萎縮、骨粗鬆症、自律神経・内分泌障害などの種々の身体の不調（すなわちデコンディショニング）が生じることが知られており^{244), 245)}、心不全患者ではこの機序により運動耐容能がさらに低下している。

2. 慢性心不全に対する運動療法の効果

1990年代以降、安定期にある慢性心不全に対して運動療法を実施することにより、運動耐容能が増加するのみならず、多くの有益な効果が得られることが報告されている（表12）^{143), 158), 246), 247)}。

1) 運動耐容能

これまでの報告^{6), 12), 15), 68), 149), 248)-259)}によると、左室駆出率（LVEF）20～30%、 $\text{peak } \dot{V}O_2$ 10～20 ml/分/kgの慢性心不全患者に対して、中等度の運動強度（ $\text{peak } \dot{V}O_2$ の40～70%程度）で2～6ヵ月間の運動療法を施行し、 $\text{peak } \dot{V}O_2$ で15～30%（平均約20%）の増加が得られている。また6分間歩行距離、嫌気性代謝閾値（anaerobic threshold）なども増加する。この運動耐容能増加効果は、遮断薬服用患者においても認められる^{260), 261)}。

表12 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) 収縮機能：安静時左室駆出率不変，運動時改善？
 - b) 拡張機能：改善
 - c) ポンプ機能：運動時心拍出量増加反応改善
 - d) 左室リモデリング：悪化させない
 - e) 冠循環：運動時心筋灌流改善，冠側副血行路増加
- 3) 末梢効果
 - a) 骨格筋：筋量増加，ミトコンドリア密度増大，代謝改善
 - 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，EcNOS発現増加
- 4) 中枢神経系
 - a) 自律神経機能：交感神経活性抑制，副交感神経活性増大，心拍変動増加
 - b) CO₂感受性：改善
- 5) QOL：健康関連 QOL 改善
- 6) 長期予後：心不全入院減少，心死亡を含む心事故減少

2) 心臓に対する効果：心機能，リモデリング，冠循環

運動療法により安静時の左室収縮機能（LVEF）は変わらないが^{15), 248)}、負荷時の収縮機能²⁵⁹⁾や心拍出量反応²⁴⁹⁾は改善するとの報告がある。またドプラー法による左室拡張機能指標が改善することが報告されている²⁵⁴⁾。

運動療法の左室リモデリングへの影響は、EAMI研究¹⁰⁾では中立的であり、ELVD研究¹¹⁾では、むしろリモデリングの抑制が報告されていることから、一般的に運動療法が梗塞後の左室リモデリング悪化させることはないと考えられる。ただし、少数例の検討であるが広範前壁梗塞例において左室容積の増加²⁶²⁾が報告されているので、リモデリング促進の危険因子を有する例（たとえばLVEF<40%、左前下行枝再灌流不成功例など）では、運動強度を低めに設定するなどの配慮が必要である。

冠循環に関しては、運動療法は虚血性心疾患患者において冠側副血行路の発達を促進すること^{143), 263)}や冠動脈の内皮依存性冠動脈拡張反応を改善すること²⁶⁴⁾が知られている。したがって虚血性心不全においては、運動療法による冠側副血行路の発達や冠循環の改善が心機能の改善に結びつくことが期待される。事実、虚血性心筋症に対して運動療法を実施し、負荷タリウム心筋シンチグラムにおける心筋灌流の改善が報告されている^{6), 259)}。

3) 末梢に対する効果：骨格筋・呼吸筋・末梢血管

現在では、運動療法による運動耐容能増加効果の多くは骨格筋、呼吸筋、末梢血管を介するものと考えられている。すなわち心不全に対する運動療法により、

骨格筋の筋肉量・ミトコンドリア容積の増加²⁵²，骨格筋代謝の改善²⁴⁰，²⁵⁰，呼吸筋機能の改善²⁹，²⁶⁵，末梢血管拡張能の改善²⁴⁹，²⁵²がみられ，これらが運動耐容能の改善と相関することが示されている．さらに最近では，この末梢血管拡張能の改善が血管内皮機能の改善によるものであること²⁷，²⁶⁶，実験的心不全モデルにおいて運動により血管壁 EcNOS 発現が増加すること²⁶⁷が明らかにされている．

4) 中枢神経系に対する効果：自律神経機能，呼吸中枢

運動療法により心不全患者の自律神経機能が改善すること，すなわち交感神経系が抑制され副交感神経系が活性化されることが示されている⁹，²⁴⁹．近年 ATRAMI 研究²⁶⁸において自律神経機能が心不全患者の予後の規定因子であることが明らかにされていることから，運動療法による自律神経機能の改善が心不全患者の予後改善につながる可能性がある．また，心不全患者における運動時換気亢進に呼吸中枢の二酸化炭素感受性亢進が関与すること²⁶⁹，およびこの運動時換気亢進が運動療法により改善することが明らかにされている²⁵，²⁷⁰．

5) QOL と長期予後に対する効果

心筋梗塞後患者において，運動療法を含む心臓リハビリテーションが生活の質（QOL）を改善することはすでに確立されている¹⁴³．心不全患者においても運動療法

が QOL を改善するとの報告が多い⁶，²⁵⁷．ただし高齢心不全患者については改善しないとの報告²⁷¹もあり，どのような症例やプロトコルで QOL が改善しないのか，今後検討が必要である．

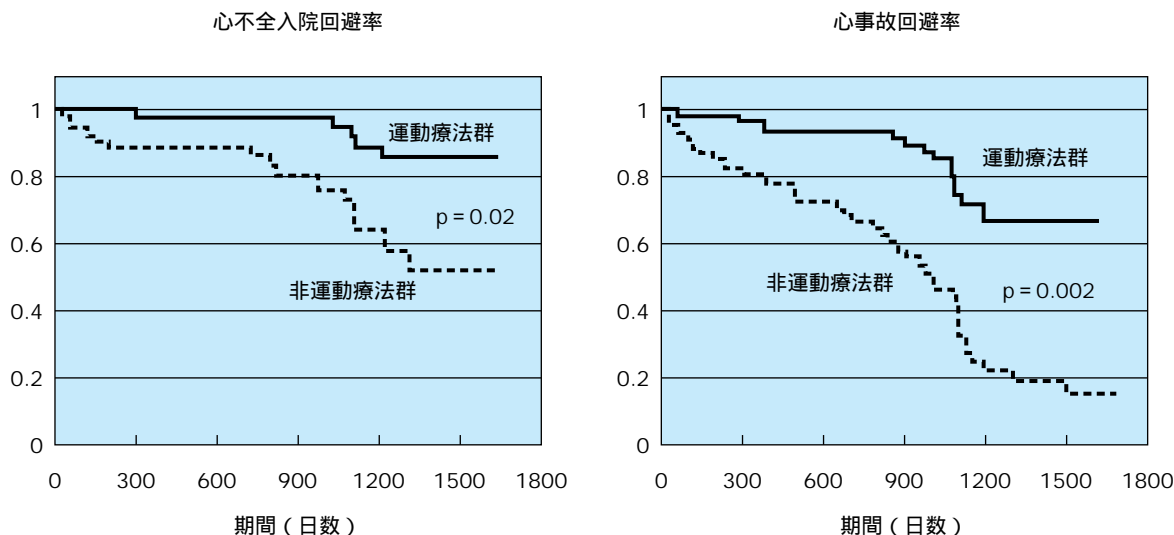
慢性心不全患者の長期予後に対する運動療法の有効性に関しては，対象症例数が少ないものの無作為化対照試験において，運動療法施行群で非施行群より心不全再入院や心臓死が少なかったとの報告⁶がある（図 7）．わが国においても厚生労働省の循環器病委託研究班（後藤班）において前向き無作為化対照試験が進行中である．今後さらに大規模試験で検討されるべきである．

3. 慢性心不全に対する運動療法の適応と禁忌

すべての患者は運動療法を開始する前に，循環器専門医により適応を吟味されなければならない．運動療法の適応となるのは，安定期にあるコントロールされた心不全で，NYHA Ⅱ～Ⅲ度の症例である¹³⁰．「安定期にある」とは，少なくとも最近 2 週間において心不全の自覚症状（呼吸困難，易疲労性など）および身体所見（浮腫，肺うっ血など）の増悪がないことをさす．「コントロールされた心不全」とは体液量が適正に管理されていること，具体的には中等度以上の下肢浮腫がないこと，および中等度以上の肺うっ血がないことなどをさす．NYHA Ⅱ度に関しては，局所的個別的な骨格筋トレーニングの適応となる可能性はあるが，現時点では全身的な運動療法の

図 7 慢性心不全の長期予後に対する運動療法の効果（文献 6）より引用

安定期心不全患者 99 名を，運動群（n = 50）と非運動群（n = 49）に無作為割り付けし，中強度運動（60% peak $\dot{V}O_2$ ）を 14 ヶ月継続．運動療法実施群において，心不全入院および心事故が有意に減少した．心事故 = 不安定狭心症，急性心筋梗塞，心不全による入院または心死亡



適応にはならない。当然のことながら、運動療法の禁忌となる不安定狭心症、心筋炎、中等症以上の大動脈弁狭窄症、重篤な不整脈、重篤な他臓器障害（貧血、肝障害、腎障害、整形外科的障害）、急性炎症性疾患または発熱などは適応外である。年齢や LVEF に関しては、特に禁忌にはならない。

4. 慢性心不全に対する運動療法の実際

1) 運動療法プログラム

表 13 に、現時点で推奨される心不全・心機能低下患者に対する運動療法プログラムを示す。現時点では、心不全に対する運動療法は原則として監視下で開始されるべきである^{3), 130)}。

a) 運動の種類

心不全患者の運動療法には、室内での歩行、自転車エルゴメータ、軽いストレッチ体操などが推奨される。通常の心臓リハビリテーションで推奨されるジョギング、

表13 慢性心不全に対する運動療法プログラム

- | |
|--|
| <p>1) 運動の種類：室内歩行、自転車エルゴメータ、軽いストレッチ体操</p> <p>2) 運動強度</p> <p>[開始初期]</p> <p>室内平地歩行 50~80 m/分×5~10 分間または自転車こぎ 20W×5~10 分間程度から開始し、自覚症状を目安にして 1 カ月程度をかけて徐々に増量</p> <p>[安定期到達目標]</p> <p>a) 心拍数予備能の 30~50% の心拍数
(Karvonen の式: [最高 HR - 安静時 HR] × k + 安静時 HR)
心機能正常例は k=0.6, 低心機能例では k=0.3~0.5</p> <p>b) 嫌気性代謝閾値 (AT) レベルまたは最高酸素摂取量 (peak VO₂) の 40~60% のレベルの心拍数</p> <p>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</p> <p>d) 簡便法: 安静時心拍数 + 30 拍/分 (遮断薬投与例では安静時 + 20 拍/分)</p> <p>3) 運動持続時間: 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</p> <p>4) 頻度: 重症例では週 3 回, 軽症例では週 5 回まで増加させてもよい</p> <p>5) 期間: 3~6 カ月</p> <p>6) 注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 開始初期 1 カ月間は特に低強度とし, 心不全の増悪に注意する。 ・ 原則として開始初期は監視型, 安定期では監視型に非監視型 (在宅) を併用する。 ・ 経過中は, 常に自覚症状, 体重, 血中 BNP の変化に留意する。 |
|--|

水泳、テンポの速いエアロビクスダンスは心臓への負荷が大きいため心不全患者には推奨されない¹³⁰⁾。軽症例ではゴムベルトやダンベル (1~2 kg 以下) を使用した軽いレジスタンス運動も可能であるが、過負荷にならぬよう注意が必要である¹³⁰⁾。また運動療法導入初期における屋外での運動は、気温・天候などが身体へのストレスとなるので注意を要する^{3), 130)}。

b) 運動強度

運動強度の決定方法には、1) 心拍数予備能 (heart rate reserve; HRR, Karvonen の式) を用いる方法、2) peak $\dot{V}O_2$ または嫌気性代謝閾値 (AT) を用いる方法、3) 自覚的運動強度 (rating of perceived exertion; RPE, Borg 指数) (表 9) を用いる方法がある¹⁾。最高心拍数や peak $\dot{V}O_2$ を用いて運動強度を決定する場合は、症候限界性最大運動負荷試験 (呼気ガス分析併用) を行う必要がある。

心拍数予備能を用いる場合、通常的心臓リハビリテーションでは Karvonen 式において k=0.5~0.6 の中強度が使用されるが、心不全や低心機能例の場合は k=0.3~0.5 の低強度が望ましい。特に心臓移植適応になるような重症拡張型心筋症例では、k=0.25~0.3 程度に設定せざるを得ない場合もある。AT は peak $\dot{V}O_2$ の 40~60% に相当し、AT レベルの心拍数は心不全の運動強度として理論的に適切とされるが、重症慢性心不全では周期性呼吸 (oscillatory ventilation) のため AT が決定困難な場合もある。peak $\dot{V}O_2$ を用いる場合、これまでの報告ではトレーニング心拍数を peak $\dot{V}O_2$ の 60~70% の中~高強度レベルに設定しているものが多いが、近年では低~中強度 (peak $\dot{V}O_2$ の 40~60%) でも運動療法効果が得られるとの報告が増加しつつある^{253), 258)}。

症候限界性最大運動負荷が実施困難である場合や、心房細動やペースメーカー調律の症例では、トレーニング心拍数を決定することが困難であるので、自覚的運動強度 (Borg 指数) で 12~13 点、「ややきつい」かその手前」のレベルとする。また簡便法として、トレーニング心拍数を「安静時心拍数 + 30 拍/分 (遮断薬投与例では安静時 + 20 拍/分)」とする方法もある。

初期の運動強度決定に際し、運動耐容能、左室機能、自覚症状のほか、血中 BNP が現在の心負荷状態の指標として有用と思われる。BNP が 200~400 pg/ml 以上ある症例では、きわめて低強度とし、運動療法開始後の心不全の推移に関して注意深い観察が必要である。

c) 運動の持続時間と頻度

初期にはきわめて低強度の運動を持続時間 5~10 分間で、15~30 分の休憩をはさんで 2 回繰り返す程度 (10

～20 分/日）から開始し、徐々に増量してゆく。安定期においては、1 回 20～30 分の持続で 2 回繰り返し、合計 40～60 分/日とする。

運動の頻度は初期あるいは重症例は週 3 回とし、安定期には週 5 回まで増量してもよい。

2) 導入初期の注意

運動療法導入初期は、室内平地歩行 50～80 m/分または自転車エルゴメータ 20 W などのきわめて低強度（Borg 指数 11～12 程度）から開始し、約 1 ヶ月かけて徐々に目標運動強度まで増加してゆく。導入時に 6 分間歩行試験、自転車エルゴメータやトレッドミルを用いた亜最大運動負荷試験を施行して、患者のおおよその運動耐容能を把握すると初期の運動量の決定に役立つ。症候限界性最大運動負荷試験は、正確なデータを得るためには、運動療法導入前よりも導入後約 1 週間～10 日程度経過して患者が運動に少し慣れた時点で施行することが望ましい。心不全患者の運動療法導入初期には、適切な運動量が不明であり、また患者の心理状態も安定していないため、慎重に心不全増悪の有無のチェックを行い、また患者の心理状態の安定（不安の解消）に配慮する。

3) 経過中の注意

定期的に（初期には毎週、その後は 1 ヶ月ごとに）面接をおこない、患者の身体的、精神的状態を把握するとともに、体重、胸部 X 線、心エコー、血中 BNP、運動耐容能試験などの成績に基づいて、現在の運動量が適切かどうかを評価する。この場合にも BNP が心負荷状態および経過を知る上で有用と考えられる。1 ヶ月経過後は、安定例では在宅（非監視下）運動療法に移行可能である。

4) 終了時の評価

3 ヶ月または 6 ヶ月経過した時点で身体所見、運動耐容能、心機能、血液検査などを行い、運動療法の効果を評価する。検査の結果などを患者に伝え、運動療法の効果が現れていることを認識させることは、患者のモチベーションやコンプライアンスを高める上でも重要である。6 ヶ月以降に運動耐容能がさらに増加することは少ないので、これ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つとめるよう指導する。

5) 患者教育

慢性心不全の運動療法を成功させるためには、患者に

対して運動処方を指導するのみではなく、慢性心不全の管理全般にわたる知識と実践技術を教育することが重要である。すなわち心不全の病態、増悪の誘因、増悪時の初期症状、増悪予防の方法、食事療法、服薬指導、日常生活での活動量などについて本人および家族に十分教育する。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上でも有用である。

5. まとめと将来の課題

安定した慢性心不全に対して適切な運動療法を行うことにより、心不全悪化などの副作用を生じることなく運動耐容能が改善し、QOL が向上するという事実はほぼ確立され、さらに再入院や心血管死亡を含む心事故率が減少する可能性も示唆されている。

一方、慢性心不全に対する運動療法における未解決の問題点として、1) 症例選択基準、2) 最適運動処方、3) 薬物治療との相互作用の有無、4) 生命予後に対する効果、5) 有効性の機序、などがあげられ、これらに関して、今後大規模臨床試験による検討が行われる必要がある。また特にわが国においては、運動療法のこのメリットを多数の患者が享受できるよう、今後一般病院にまで普及させて行く具体的方策が、日本循環器学会、日本心臓病学会、日本心臓リハビリテーション学会および厚生労働省の協力により真剣に検討される必要がある。



心臓移植後

我が国において、心臓移植は平成 11 年 2 月の第 1 例目成功以来、現在までに 13 例が行われているに過ぎないが、心臓移植後患者においては長期にわたるデコンディショニングのために心臓リハビリテーションが必須であり、特異な循環系反応などに配慮した運動の指導が必要となる。ここでは 1 節をもうけて心臓移植後患者のリハビリテーションについてまとめる。

1. 心臓移植患者の特徴

心臓移植は、通常病的な心臓を切除し、提供されたドナー心臓を吻合する同所性の方法が用いられる。自己以外の心臓に変わるために、種々の因子が心機能に影響する（表 14）⁷²⁾。移植に特異的なものとしては、手術操作により除神経となるため心臓に対する自律神経支配がなくなり、運動に対する心臓の反応が通常と異なることがあげられる。さらに移植心とレシピエントのサイズマッチの問題、拒絶反応による心機能低下、ステロイドを含む免疫抑制剤による影響（血圧上昇など）、長期の心不全

表14 移植心の心機能に影響する要因(文献272)より引用)

血行動態	ドナー/レシピエントの体格差 ドナー/レシピエントの心房同調不能 移植早期の拘束性障害 移植後期の拘束性障害
除神経	求心性除神経 末梢血管収縮/拡張の反射性調節の変化 中枢神経系を介する Na ⁺ /水調節の変化 - バゾプレッシン, レニン, アンジオテ ンシン, アルドステロン分泌に依存 - 虚血時狭心症状の欠如 遠心性除神経 迷走神経調節の欠如 安静時の心拍数増加 運動時心拍応答の減弱 血中カテコラミンに対する過剰反応
変化したホルモン環境	心房性ナトリウム利尿ペプチド分泌の変化 運動時血中カテコラミンの増加
心筋障害/適応障害	臓器摘出/保存時の傷害 移植手術時の合併症 拒絶反応 心室肥大 高血圧(心室壁応力の増加) 移植心冠動脈病変(虚血)

や臥床による高度のデコンディショニング(身体脱調節), 高度の身体的・精神的ストレスを経験することによる将来に対する強い不安, など多くの特徴を有しており¹⁾, これらを考慮したりリハビリテーションが必要となる。

2. 移植心の生理学

1) 除神経心^{(273) - (275)}

求心性神経切断により, レニン・アンジオテンシン・アルドステロン調節系が弱まり, 心室充満圧の変化に対する正常の血管調節反応が妨げられることにより, 心血管系の恒常性が変化し, さらに心筋虚血時の胸痛症状もみられなくなる。副交感神経支配がなくなることにより安静時の心拍数は増加し, 交感神経支配がなくなるために運動開始時の心拍数や収縮能の急激な変化もみられなくなる。このため循環血中カテコラミンによる心筋のアドレナリン作用受容体の刺激により, 心機能が增強される。なお, 副交感神経支配がないことにより, 安静時の心拍数も増加する。

2) 移植心の心機能^{(276) - (278)}

Frank-Starling 機序は移植心機能を制御する重要な要素であり, 移植心は前負荷依存ともいえる。移植心の運

表15 心移植における正常と異なる循環系の反応(文献273)より引用)

安静時心拍数の増加
運動開始時における心拍数増加の遅れ
運動終了後における安静時心拍数への回復の遅れ
安静時左室駆出率低下
運動時右室および左室駆出率低下
運動時心拍出量低下
運動時の動静脈血酸素較差増加
最大酸素摂取量の低下
最大運動能力の低下
低強度運動時の酸素摂取動態
嫌気性代謝閾値の低下
酸素および二酸化炭素の運動時呼吸代謝率増加
運動時の左室拡張末期圧上昇
運動時肺動脈圧・肺動脈楔入圧・右房圧の上昇
運動時左室収縮末期および拡張末期容積の増加

動時における反応は, まず骨格筋ポンプ作用・呼吸増大および末梢血管抵抗の低下により静脈還流が増大し, その結果 Frank-Starling 機序により 1 回拍出量が増加する。この機序による 1 回拍出量の増加は 20 % までであるが, さらに運動を継続する場合には, 循環血中カテコラミンによる変時性および変力性反応によって心拍出量が増加する。運動時に心拍数が増加して定常状態に達するまで, 通常心では 2~3 分であるが, 除神経心では 6~10 分を要する。この運動に対する遅延した反応は移植後時間を経過するに従い改善する。最近, 右心房を温存する bicaval 法が用いられるようになってきたが, この方法は, 従来の右心房で吻合する Lower-Shamway 法と異なり, ドナー心の右房機能が維持される。

運動時における移植心の反応は, 表 15 に示すように正常心とは異なっているが⁽²⁷⁹⁾, 通常の日常生活を送る場合は特に問題がない⁽²⁸⁰⁾。国際心臓肺移植学会のレジストリー報告においても, 90 % 以上の患者が制限のない生活を送っている⁽²⁸¹⁾。また心臓移植後にフルマラソンを完走した症例も報告されている⁽²⁸²⁾。

3. 心移植後のリハビリテーションの効果

心移植患者に対する運動療法効果に関する報告は 1980 年代からみられる。Kavanagh ら⁽²⁸³⁾は, 36 名の男性患者(平均 47 歳)において, 移植後平均 7 ヶ月後から 16 ヶ月間歩行・走行による運動療法を行った。その結果, 平均 8.5 分/km のペースで 24 km/週の運動が行えるようになり, 体重が 2.4 kg, 運動時最大心拍数が 12.7

拍/分、運動量が 49 %，最大酸素摂取量が 27 % 増加した。また安静時の心拍数は平均 3.6 拍/分減少した。

1999 年 Kobashigawa ら²⁸⁴⁾は、同意の得られた 27 例の心移植患者を無作為に運動療法群と対照群に分け、運動療法群には退院後から有酸素運動療法を 6 ヶ月間継続した。その結果、両群とも運動能力は改善したが、最大酸素摂取量、最大負荷量の増加は対照群に比べていずれも有意に大であった。さらに安静時心拍数の減少、嫌気性代謝閾値までの時間、一定時間に行える起立負荷回数増加にも有意差がみられたことから、心移植後早期に開始される運動トレーニングは自然回復を超えて有意に運動能力を改善することが明らかになった。

4. 心移植後のリハビリテーションプログラム

移植後患者のリハビリテーションは手術後の時期により 3 つに分けられ、その目的や内容が異なる。ここでは国立循環器病センターで行われているリハビリテーションプログラムを中心に述べる。

1) 急性期

表 16 に示すように、術後可能な限り早期から、長期安静臥床による合併症（褥創、関節拘縮、筋萎縮など）を防止し精神的ストレスを軽減することを目的として、早期離床、院内歩行やエルゴメータを用いた運動を行い、500 m 歩行負荷終了後は心臓リハビリテーション病棟で心筋梗塞や心不全患者と一緒に運動療法教室に参加させる。

2) 回復期

回復期は、急性期に引き続きさらに可動範囲を拡大して運動能力を高めるとともに、不安・抑うつ・自信喪失などの精神的障害を改善し、より良い身体的・精神的状態で社会復帰することを目的とする。プログラムは、基本的には通常的心臓術後患者および心不全患者のリハビリテーションプログラムに準じる。すなわち、運動療法および教育プログラムを原則として 3 ヶ月間継続する。運動の種類は、術後 2 ヶ月間は胸骨離開の危険性を避けるためストレッチ体操を避け、歩行およびエルゴメータ運動とし、その後はエアロビクスダンスやストレッチ体操を加える。運動の頻度は週 3~5 回、運動時間は 1 回 20~60 分とする。

運動強度は、最初は短時間低強度（歩行 10 分、エルゴメータ 10 分）とし、自覚的運動強度 12~13（“ ややきつい ”）を目安に、徐々に持続時間および強度を増加する。プログラム開始時期（約 1 週間後）に心肺運動負

表16 心臓移植後の急性期リハビリテーションプログラム

第 1 段階	循環動態安定後 安静度：自動体交，受動坐位 90 度可 食事，洗面：自力可 清 拭：全面介助 排 泄：床上 運 動：自動運動（筋力低下が著しい時は他動的屈伸運動を行う） 娛 楽：ラジオ，テレビ，新聞，読書
第 2 段階	端坐位・立位負荷試験 安静度：ベッド上，ポータブル便器使用可 清 拭：自力可，洗髪は介助 排 泄：ポータブル便器使用可 運 動：端坐位となり足踏み練習 1 日 3 回 5 分間
第 3 段階	室内歩行（2 分間）負荷試験 安静度：病室内 洗 面：洗面台使用可 清 拭：下半身シャワー可 排 泄：ポータブル便器使用または室内トイレ使用可 運 動：病室内歩行練習 1 日 3 回 10 分間
第 4 段階	エルゴメータ 20 Watt 5 分間負荷試験後 運 動：エルゴメータ 20 Watt 5 分間 1 日 2 回
第 5 段階	100 m 歩行負荷試験後 安静度：病室内，ロビー歩行可 運 動：100 m 歩行練習 1 日 3 回
第 6 段階	200 m 歩行負荷試験後 安静度：病棟内 運 動：200 m 歩行練習 1 日 3 回
第 7 段階	500 m 歩行負荷試験後 安静度：病院内自由 運 動：500 m 歩行練習 1 日 3 回
第 8 段階	心臓リハビリテーション 運 動：心臓リハビリテーション病棟で行う

注 1) 運動療法時の注意事項

- ・運動療法前後の脈拍数，血圧を記録し，Borg 指数で運動強度を評価する
- ・運動療法前後の心拍数増加が 20 % 以上あるいは Borg 指数が 14 以上であれば，運動量を減量する
- ・エルゴメータ負荷試験後は Borg 指数 13 以下または運動前後の脈拍数の増加が 20 % 以内で，患者の自覚症状がなければ，エルゴメータ所要時間延長または負荷量増加を行う
- ・心臓リハビリテーション病棟で運動療法を行った日は，病棟内リハビリテーションは中止する。

注 2) 負荷試験判定基準

- ・危険な不整脈が出現しない
- ・収縮期血圧が 20 mmHg 以上上昇または低下しない
- ・心拍数が 60 拍/分以下または 120 拍/分以上にならない
- ・呼吸困難などの自覚症状がない
- ・極度の倦怠感がない

荷試験 (CPX) を施行し、運動耐容能を評価し、その結果によりリハビリテーション担当医が適切な運動強度を設定する。なお移植後患者は、心臓に対する自律神経支配がないため心拍数を指標とした運動強度の設定が困難であり、自覚的運動強度および酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) にもとづいて運動強度の設定を行う^{285), 286)}。CPX の結果により運動強度を設定する場合、最高酸素摂取量の 40~60% 程度または嫌気性代謝閾値 (AT) レベルを目安とする。

退院時にはリハビリテーション担当医が、退院後の運動療法および日常生活における行動範囲について説明し、在宅運動療法の指導を行う。退院後 3 ヶ月間は外来通院型リハビリテーションに参加し、在宅運動療法を併用する。回復期リハビリテーション終了時に再度 CPX を施行し、運動耐容能の改善度を評価するとともに、この結果から在宅運動処方を更新する。

3) 維持期

維持期の目的は、回復期リハビリテーションにより得られた良好な身体的・精神的機能を社会復帰後生涯にわたって維持し、快適で質の高い生活を送ることを目的として、非監視下に在宅運動療法を継続する。運動処方方は回復期プログラム終了時、心肺運動負荷試験の結果に基づき、リハビリテーション担当医が説明する。

まとめ

心臓移植患者は、長期の待機期間中に起こる筋肉量の低下やデコンディショニングのため、移植後も運動能力が低下したままであることが多い。従って、積極的なリハビリテーションが有効であり、これによってより円滑な質の高い社会復帰が可能となる。

心臓移植待機中に心不全が進行し、補助人工心臓の装着を余儀なくされる症例も多いが、このような症例においても積極的なリハビリテーションを行うことが待機中のみならず移植後の成績向上にも有用である^{287), 288)}。

5 特殊な集団における運動療法

小児心疾患における運動療法 - 先天性心疾患を中心に

小児期の運動は心身の発達、健康の維持、QOL の向上のためだけでなく、生涯にわたる運動習慣の形成、肥

満、高コレステロール血症の予防、ストレスへの対処などにも有効であり、心疾患患児といえども許容範囲内で運動すべきである。

先天性心疾患には心室中隔欠損症や心房中隔欠損症に代表される非チアノーゼ型心疾患とファロー四徴症や完全大血管転位症などのチアノーゼ型心疾患がある。わが国では手術適応のある心疾患は新生児期や幼児期に根治手術を受け、また根治手術が困難な場合でも何らかの姑息手術を受けていることが多い。ここでは先天性心疾患の術後症例と未手術症例の運動療法のガイドラインについて述べる。

1. 術後症例

1) 先天性心疾患手術後の運動療法の重要性

先天性心疾患に対する外科治療成績は飛躍的に向上し、重症疾患においても平均余命の延長を認めるようになった。しかし一方で、遺残病変や心機能低下を有する患児が増加していることも事実であり、彼らは明らかな運動耐容能の低下を認め、また学校生活や社会生活で何らかの制限を受けることが多い。成長期の運動習慣は、単に運動耐容能の改善のみならず、心血管や筋骨格系の発育、ひいては精神発達や動脈硬化性疾患の予防という観点からも重要であり、先天性心疾患の領域においても運動療法の重要性が指摘されるようになっている。

2) 目的と患児の選択

先天性心疾患手術後の運動療法の目的は、運動耐容能の低下や運動に対し異常な心血管反応を示す患児において、運動耐容能を改善させ、運動の安全性と QOL の向上を目指す^{289), 290)}、積極的な社会参加および生産的役割の向上を目指す²⁹¹⁾⁻²⁹³⁾、運動習慣を自覚し、将来的な高血圧、糖尿病、高脂血症などの冠危険因子を是正すること²⁹³⁾⁻²⁹⁵⁾、にある。

一般に、術前に正常の運動耐容能を有する患児 (心房中隔欠損症、動脈管開存、大動脈縮窄症など) や、術前には運動耐容能の低下があるが術後には運動能力に問題を認めない患児 (遺残病変のない Fallot 四徴症、弁疾患など) における監視型運動療法は不要と考えられる。また、遺残病変への再手術が有効と考えられる症例 (Fallot 四徴症術後の肺動脈弁置換術や Mustard, Senning 手術後の double switch 手術など) では手術を優先すべきである²⁹⁶⁾。従って監視型運動療法の適応は、重篤な心室機能不全や不整脈がなく、今後の外科治療が不可能で、運動耐容能の低下を有する患児となる。具体的には、心機能低下を有する Rastelli 手術後や Mustard, Senning

手術後, Fontan 型手術後, 最終手術適応のない Glenn 手術や Blalock-Taussig 手術後, 肺高血圧遺残, 不整脈を有する患児などである²⁹⁷⁾。心臓に特別な問題がなくても極端に運動耐容能が低下してたり, 運動に対する不安が強い患児, 過度の運動制限を受けている患児は運動療法の適応となる^{293), 295)}。先天性心疾患は多種多様であり, また個々の心機能や運動に対する心肺応答は疾患および遺残病変が同程度であっても異なることが多い²⁹⁸⁾。従って, 心臓の状態と運動に対する問題点を十分に把握し, 個々の患児ごとに運動療法の目的を決定する必要がある。

3) 運動耐容能の評価と運動処方

呼気ガス分析を併用した漸増運動負荷試験が一般的である。術後患児の運動耐容能の低下要因には, 遺残病変や心機能低下だけでなく, 肺病変や心拍数応答不全の関与も大きいことから, 運動時間, 心拍数, 酸素摂取量, 酸素脈, 二酸化炭素排泄量, 分時換気量, 換気当量などの測定項目を, anaerobic threshold (AT) 時, respiratory compensation (RC) 時, peak 時の各時点で評価し, さらに AT・RC 前後での各測定項目の変化, 特に負荷増強に伴う心拍数と酸素脈の反応パターンや換気応答の変化, 不整脈出現や心電図の変化の有無を評価すること, すなわち AT・RC・peak 前後での運動の安全性を確認することがまず必要である²⁹⁸⁾。特に重症患児では安全な運動処方が望ましく, 個々の心肺応答の特徴を十分に把握することが肝要である。また小児では運動療法前後での身体成長とそれに伴う運動パターンの変化が, 効果判定に大きく影響する可能性がある。運動耐容能の評価には負荷量を定量化しやすい自転車エルゴメータを用いたランブ負荷を行い²⁹⁸⁾, 運動療法前には慣れの効果を除くために2回の運動負荷試験を行うべきである²⁹⁹⁾。またデータの評価は身体成長を考慮して慎重に行う必要がある³⁰⁰⁾。

小児の運動療法においては, 20~30 分の主運動を中心とした 60 分前後のセッションを週 2~3 回, 10~12 週行うプログラムでその有効性が確認されている^{289), 301), 302)}。主運動の強度は最大心拍数の 60~80% とされるが, 理想的には AT 前後の運動強度から開始し²⁹⁶⁾, 個々の運動耐容能の変化を確認しながら, 主運動の強度と時間を徐々に増加させることが望ましい²⁹⁵⁾。

運動療法に必要なスタッフは, 循環器専門医, 看護師, 運動指導者, 理学療法士, 栄養士などであるが, 小児運動療法においてはスタッフ: 患児数比は 1:4 ないし 1:3 と, 成人の運動療法より多くのスタッフが必要とされる²⁹⁷⁾。運動療法途中での脱落を防止するため, 患児の

運動療法への興味を維持することが重要であり, 遊びもしくはゲーム感覚を取り入れる工夫が必要である^{295), 296)}。また, 両親の参加も運動療法中の心理的效果や運動療法終了後の家庭での運動推進という観点から積極的に推奨される²⁹⁷⁾。

4) 運動療法の効果

表 17 に小児運動療法に関する報告を示す。小児運動療法においても最大酸素摂取量の増加が認められ, 有酸素運動の有効性が示されている^{289), 300)-303)}。運動耐容能の増加の機序には末梢効果が大きな部分を占めるが^{294), 296)}, 一回拍出量の有意な増加も指摘されている³⁰⁴⁾。しかし一方で, 運動効率や慣れの効果のみの増加とする報告も多く³⁰⁵⁾⁻³⁰⁹⁾, 研究プロトコルや運動プログラムの違いが関与していると考えられる^{297), 299)}。

その他の効果として, 筋力の増強³¹⁰⁾や柔軟性の改善³¹¹⁾, 体脂肪や血清コレステロール値の低下^{303), 312)}, 心理社会的要素の改善^{301), 303)}も認められている。

2. 未手術例

1) 非チアノーゼ型先天性心疾患

わが国では肺高血圧や心不全を伴う重症心室中隔欠損症, 重症心房中隔欠損症, 重篤な肺動脈弁狭窄症などは乳幼児期に手術を受け, ほぼ全治している。幼児期以後に肺高血圧や心不全で問題になる未手術症例は特殊な症例を除いて少ない。未手術心室中隔欠損症や心房中隔欠損症例は, いずれも軽症な症例に限られるとよい。

Cumming ら³¹³⁾の大規模な研究によると, 心室中隔欠損症, 心房中隔欠損症, 肺動脈弁狭窄症などの非チアノーゼ型心疾患児は, 重症な症例を除いてトレッドミル運動試験による運動耐容能は健康児とほぼ同じであるとされる。従ってこのような症例には運動耐容能を高めるための特別なリハビリテーションを目的とした運動プログラムは必要ない。

未手術例で運動制限が必要な症例は, 大動脈弁狭窄症, 僧帽弁逆流, 大動脈弁逆流などが考えられる。軽症な症例は運動により, 健康児と同じように体力や持久力の向上は期待できるが, 重症な場合には心不全や重症な不整脈を誘発する可能性があるため, 強い運動負荷や強い等尺運動は避けるべきである。

Fredriksen ら³⁰⁰⁾は種々の先天性心疾患を持つ 10~16 歳の小児 129 例を対象に, 最大心拍数の 65-80% の監視的運動療法を行い, 運動療法を行わなかった対照群と比較した。その結果, 両群とも最大酸素摂取量, 換気量, 運動耐容時間は有意に上昇し, 5 ヶ月間の成長に伴う

表17 先天性心疾患手術後運動療法の効果

報告者	対象疾患	対象数	年齢 (歳)	運動プログラム	結 果
Mathews ³⁰³⁾	TOF, CoA, AS, PS	4	11 ~ 16	1年, 3回/週 HR max の 75 ~ 80 %	$\dot{V}O_2$ max , $\dot{V}E$ max Lipid , psychosocial problem
Bradley ³⁰¹⁾	TOF, TGA	9	4 ~ 13	12週, 2回/週 HR max の 60 ~ 80 %	treadmill time , $\dot{V}O_2$ max HR max , $\dot{V}E$ max
Calzolari ³⁰²⁾	TOF	9	6 ~ 16	3カ月, 3回/週 HR max の 60 ~ 70 %	tolerance , HR max submaximal performance
Galioto ²⁹⁵⁾	TGA, SV, CoA, Ebstein cardiomyopathy	35	7.9 ± 3.0	12週, 3回/週 HR max の 60 ~ 80 %	$\dot{V}O_2$ max , treadmill time Cl , $\dot{V}E$, HR max
大内 ²⁹⁶⁾	TOF, SV, Kawasaki	12	7 ~ 23	3カ月, 4回/週, AT時心拍数 1カ月, 5回/週, AT時心拍数	AT 出現時間 , 耐久時間 , $\dot{V}O_2$ HR submax , $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$, 血圧
Miller ³⁰⁵⁾	ASD, PS, CoA, VSD	12	10 ~ 15	5週, 毎日 HR max の 80 %	peak power output , $\dot{V}O_2$ max
Goldberg ³⁰⁶⁾	TOF, VSD	26	7 ~ 17	6週, 3回/週, $\dot{V}O_2$ max の 50 ~ 70 %	Max Work Capacity $\dot{V}O_2$, HR submax , $\dot{V}O_2$, V_E max
Ruttenberg ³⁰⁷⁾	TOF, AS, TGA, AVSD	24	7 ~ 18	9週, 3回/週, HR max の 65 ~ 75 %	treadmill time , $\dot{V}O_2$, HR , V_E max
Sklansky ³⁰⁸⁾	TOF	11	6 ~ 16	8週, 3回/週 HR max の 60 ~ 80 %	HR submax , treadmill time CO , $\dot{V}O_2$, HR , $\dot{V}O_2$ max , LVDd atrial & ventricular ectopy
Vaccaro ³¹²⁾	TGA	5	5 ~ 12	12週, 2回/週 HR max の 60 ~ 80 %	treadmill time , $\dot{V}O_2$ max HR max , $\dot{V}E$ max
Tomassoni ³⁰⁴⁾	TGA, MVR, TOF, SV	8	4 ~ 15	12週, 2回/週 HR max の 60 ~ 80 %	treadmill time , CO , HR max
Fredriksen ³⁰⁰⁾	TGA, VSD, ASD LVOTO, RVOTO, TOF SV, others	55	12.4	2週の監視型 5カ月, 2回/週の非監視型 HR max の 60 ~ 80 %	$\dot{V}O_2$, treadmill time , $\dot{V}E$ max psychosocial scale

種々のパラメータも上昇した。日常活動のレベルも運動療法群で高く、また保護者の観察からみた心理社会的な検討では問題行動を表面化させることが減少し、引っ込み思案ではなくなり、また身体的な訴えも減少したという。このように先天性心疾患の子どもの運動参加は健康児と同じようにプラス面が多く、許容範囲内の運動は勧められるべきであると考えられる。

Driscoll ら²⁹⁹⁾によれば、先天性心疾患を有する患児は非活動的な生活を送ることが多いため、筋肉量が減少し心肺機能が低下していると考えられる。術後の運動療法により運動耐容能は増加するが、最大酸素摂取量の上昇より運動効率の上昇によるところが大きいという。

2) チアノーゼ型心疾患

フォロー四徴症には根治手術、完全大血管転位症には Jatene 手術、単心室、三尖弁閉鎖などには Fontan 型手術などが行われているが、根治手術が困難な症例や短絡手術、肺動脈絞扼術などの姑息的手術や遺残病変などを

残している症例では、チアノーゼや低酸素血症が存在する。この場合には健康児と同様な運動は不可能である。チアノーゼ型心疾患では低酸素血症のため運動能が低く、少し動くだけで呼吸が苦しくなり、自発的な運動制限が起こる。Cumming ら³¹³⁾の報告でもチアノーゼ型心疾患の患児の運動耐容能はかなり低下しており、トレッドミル負荷試験での運動耐容時間でも正常児の半分以下のことが多い。しかし、チアノーゼ型心疾患でも運動療法により運動耐容能が軽度増加することが報告されている。したがって一定の範囲内で運動することが薦められるが、この場合、心肺機能が増大するのか、筋力の増大に関連するかは明らかでない。Strieder ら³¹⁴⁾は右左シャントのある 13 歳から 21 歳までのチアノーゼ型心疾患患者 7 名を対象に、エルゴメータ運動負荷試験を行い対照群と比較した。チアノーゼ群の心拍数と酸素摂取量の関係は対照群と同じであったが、最大仕事量は予測値の 18 ~ 82 % であり、運動とともに著明な過換気、生理的死腔の増大、低酸素血症の進行、非代償性代謝性アシド

ーシス, CO₂ 排泄障害などが認められた。

チアノーゼ型心疾患では運動による肺血流量の増大が制限され, また右左短絡が増大することから, 長時間の運動は不可能である。運動トレーニングにより運動持続時間が延長するのは, ヘマトクリット値の上昇, 筋肉内毛細血管の増加などの代償機転が働くことが考えられ, 全体としてトレーニング効果が認められると考えられる³¹⁵⁾。

3. 小児運動療法の問題点と今後の課題

小児における運動療法の効果, 有効性は報告によって異なるが, その理由として対象の多様性 (疾患, 遺残病変, 心機能の差など) や, 運動療法前の運動機能, 年齢の差などに加え, 研究プロトコルや運動療法プログラムの違いの関与も大きいと考えられる²⁹⁹⁾。今後の課題として, 運動療法が最も有効な対象や運動処方に関する検討, 運動療法の有効性の機序に関する検討が必要である²⁹⁹⁾。特に Fontan 手術のような特殊な血行動態を有する症例では心拍出量の増加が期待できないことから, これら疾患における至適で有効なプログラムの確立が急務である。また小児の運動療法では, 患児の将来的な展望に立った効果, 特に心理社会的要因の経年的評価が必要である³¹³⁾。

小児の監視型運動療法には, 施設へ通う地理的・時間的問題などの制約が多い。スタッフの確保やコストの問題など解決すべき課題もある^{296), 297)}。従って現実には, 非監視型運動療法を組み合わせた新たな運動プログラムの作成が必要となるであろう³¹³⁾。両親への運動療法の啓発や学校との連携などについて検討することも重要である。生涯的な運動療法体系の確立が望まれる。

運動療法で得られた効果を, 学校生活にどう反映させるかも重要な課題である³¹⁶⁾。最大酸素摂取量や運動時間の改善という効果判定だけでは, 学校生活における具体的な運動管理には不十分である。従って, 小児の運動療法では, 運動療法の効果の評価法について再考する必要がある。先天性心疾患手術後患児の運動負荷試験では, 血行動態の悪化を示唆する術後患児に特有な心拍応答や換気応答が明らかとなっている²⁹⁸⁾。運動療法の効果判定には, 最大酸素摂取量や運動時間でなく, 運動に対する心肺反応の特徴を個々の患児ごとに評価し, 総合的な運動時心肺予備力とその変化を確認することがより実際的である。また, 漸増負荷試験だけでなく, 患児が希望するスポーツを実際に行わせて, その安全性を評価することも必要である。ただし, 運動を推奨するだけでなく, 先天性心疾患において許容される運動や禁止すべき運

動について十分に考慮することが重要である³⁰⁰⁾。



高齢者心疾患における運動療法

1. 高齢者における運動療法の意義

高齢者においても, 適切な指導のもとに筋力トレーニングを行えば骨格筋筋力が増加することが, 無作為化対照試験によって証明されている^{317), 318)}。すなわち, 養護施設に居住する平均年齢 87.1 歳の男女を対象とした試験において, 高い強度の抵抗運動を 10 週間続けた群は, 対照群に比べ筋力が有意に増加し, また歩行や階段上昇の速度も有意に増加することから, 高齢者におけるレジスタンストレーニングは有益であるとしている³¹⁷⁾。同様に, 養護施設居住の 84.0 ± 6.8 歳の 133 例を対象とした無作為化対照試験において, 週 2 回, 30 分間音楽に合わせた運動を 6 ヶ月間行った群は, 対照群に比べて起立性低血圧の頻度が有意に減少し, 視力も改善したが, 転倒の減少はみられなかった³¹⁹⁾。その理由として脱落例が多かったことがあげられており, 今後多数例での検討が必要とされた³¹⁹⁾。本邦からの 60 歳以上の男女 65 例を対象とした無作為化対照試験において, 週 2 回 2 時間の持久力運動と抵抗運動を 25 週続けた群 (運動群) は, 最大酸素摂取量は運動開始前に比べて有意に増加したが, 対照群では増加はみられなかった。さらに運動群では, 有酸素運動能力が 5 歳分若返ったことが報告された³²⁰⁾。また, 高齢者の運動トレーニングによって, HDL コレステロールの改善³²¹⁾, QTc 間隔や心拍変動を指標とした自律神経機能の改善^{322), 323)}, 血管内皮機能の改善が報告されている^{324), 325)}。

最大酸素摂取量は年齢とともに減少するが, 高齢者においても運動療法後の最大酸素摂取量は有意に改善し, 高齢者と若年者との間に差を認めなかった^{326), 327)}。したがって, 若年者と同様に高齢者においても持久力運動や有酸素運動療法によって, 安静時副交感神経機能やデコンディショニングが改善することが示唆された^{326), 327)}。

また, 75 歳以上の男女を対象とした無作為化対照試験において, 週 3 回以上規則的な運動に参加している住民の生存率が有意に高いことが報告されている³²⁸⁾。

2. 高齢者心疾患における運動療法

高齢者心疾患における運動療法に関し, 最近高齢者を対象とした無作為化対照試験の結果が報告された^{51), 151), 329)}。すなわち, Stahle らは平均 71 歳の急性冠動脈疾患患者を無作為にプログラム施行群と非施行群に分

け、3ヵ月と1年後の運動耐容能を比較した³¹⁾。最初の3ヵ月間は週3回の監視下運動療法を、その後は非監視下在宅運動療法とした。施行群の運動耐容能は、3ヵ月後では非施行群に比して有意に増加したが、1年後では両群間に差を認めなかった。したがって、高齢者における有酸素運動療法は、身体能力の向上とQOLの改善に有用であるが、運動療法の継続による初期運動効果を持続させることが今後の大きな課題であるとしている^{31), 329)}。また運動療法施行群では運動能力の改善とともに昼夜の心拍変動の増加がみられた¹⁵¹⁾。

急性心筋梗塞患者を対象とした運動療法の長期効果に関する無作為化対照試験が現在進行中である³³⁰⁾。この試験の登録症例(45歳~85歳)における運動療法開始前の運動耐容能に影響を及ぼす要因を解析した結果、年齢自体の関与が約70%であった。それ以外に身体運動能力、うつ状態なども関与することから、患者の教育や治療には多要素的なアプローチが必要であるとしている³³¹⁾。

一方、65歳以上の慢性心不全患者を対象とした無作為化対照試験によれば³³²⁾、週3回12週間の運動プログラム施行群における運動持続時間は、対照群に比べて有意に増加していた。さらに、中等度~重症のうつ血性心不全患者を対象とした無作為化対照試験において、運動耐容能は6ヵ月間の監視型運動療法施行群において有意に改善した。また運動療法は安全に施行できたが、症例が少ないためQOLの改善には差が認められなかった²⁷¹⁾。

非無作為化対照試験においても、運動療法後運動耐容能の有意な改善が報告され、高齢者と若年者との間に差は認められなかった^{333), 335)}。また、心筋梗塞後早期から開始したりハビリテーション運動療法は再入院の回数を減らし、また入院期間は有意に短く、1年後の医療経費が有意に減少することが示されている¹¹⁴⁾。冠動脈疾患患者の運動療法効果はうつ状態の有無により異なっており、うつ状態が運動耐容能の改善を阻害するが、高齢者における不安やうつ状態の改善には運動療法を含む心臓リハビリテーションが有用である³³⁴⁾。さらに、冠動脈バイパス術施行例において、運動療法プログラム参加例は、非参加例に比べて下肢の筋力が有意に増加した³³⁶⁾。

観察研究ではあるが、本邦においても高齢心筋梗塞症例は、若年者と比べ運動耐容能の基礎値は低いものの、運動療法によりほぼ同等の増加を期待できること^{337), 338)}、骨格筋筋力の増加を期待できること³³⁸⁾、また高齢者の初期参加率は低いが中途脱落率は中高年と比較して必ずしも高くないこと³³⁸⁾、などが報告されている。また、心筋梗塞の慢性期・維持期における非監視型在宅運動療法の継続は、高齢者に運動能力の改善をもたらす、

運動療法の有無で分けた累積生存率は、運動療法群で有意に高く、70歳未満群とほぼ同じであった³³⁹⁾。しかし、高齢者には運動療法継続不能になる例が41%にみられ、その理由のほとんどは新たな身体的障害の発生や悪化のためであった。70歳未満群の脱落率は49%であり、同じ理由による脱落は高齢者の約1/3であった。また、冠動脈バイパス術後や弁膜症例でも、不整脈、感染症などの併発症に注意し、筋力低下を考慮すれば、高齢者でも運動療法の効果が期待できる³⁴⁰⁾。

海外における観察研究においても、若年者と同様高齢者においても運動耐容能は有意に改善することが報告されている^{13), 166), 341)-346)}。冠動脈疾患発症後の高齢者は運動への適応が悪く、これは一部で発症前からの適応の悪さに由来するが、とくに女性に特徴的である。しかし、運動トレーニングによってその能力は男性と同じ程度に改善する³⁴⁷⁾。高齢者における運動療法のコンプライアンスは高く¹³⁾、また包括的心臓リハビリテーションに参加した高齢者で危険因子の有意な改善が認められる³⁴⁶⁾。しかし、心臓リハビリテーションへの参加率は、若年者よりも高齢者で著しく低く^{335), 345), 346)}、特に高齢女性は高齢男性に比べて運動療法への参加率がさらに低いことが問題である³⁴⁷⁾。

まとめ

疾患を有さない高齢者の運動療法効果は、運動耐容能、身体的障害、自律神経機能、脂質代謝、生活の質の改善などが無作為化対照試験によって明らかにされ、また骨格筋の筋力は、適切な指導のもとに筋力トレーニングを行うことによって改善することも証明された。心疾患を有する高齢者の運動療法では、冠動脈疾患や心不全を対象とした無作為化対照試験によって、運動耐容能の改善が証明され、現在長期効果の評価が進行中である。高齢者において、運動療法の安全性や包括的心臓リハビリテーションへの中に占める役割について検討した研究は少ないが、無作為化対照試験による研究は今後増加することが期待される。

高齢者における運動療法の効果や意義は証明されており、高齢者の心臓リハビリテーションへの参加を勧めるべきである。

6 運動療法システムの提案

心疾患の運動療法に関するガイドラインの最終章において、運動療法システムに関する提案をしたい。心疾患の運動療法は心臓リハビリテーションの一部であると解釈されるが、ここではこれから心臓リハビリテーションに取り組もうとしている施設において、システム設計の基本的な考え方、心臓リハビリテーションに必要な職種とスタッフの数、施設・設備の概要、さらに回復期リハビリテーションとして健康保険適応がなくなった維持期の心筋梗塞や冠動脈バイパス術後患者が、地域の運動療法施設とどのように連携していかなどについて、心臓リハビリテーション経験者の意見という形でまとめる。心臓リハビリテーションはその国の疾病構造や医療制度、あるいは社会制度と密接に関連しており、必ずしも欧米先進国の研究や経験が役に立つとは限らない。したがってここでは Evidence based Medicine というよりは、我が国の心臓リハビリテーション専門家の意見として提案したい。

運動療法のシステム作り

近年、心臓リハビリテーションに大きな変化がみられる。それは運動療法単独から包括的心臓リハビリテーション、多要素心臓リハビリテーションへの移行であり、運動療法のみならず、患者・家族の教育・啓発、食事指導、禁煙指導、ストレス管理など多くの要素を含めるようになったことがあげられる。包括的リハビリテーションを行うためには多様な職種の参加が必要であり、欧米では看護師、運動指導士、栄養士、薬剤士、臨床心理士など多くの職種が参加している。心臓リハビリテーションはその国の医療制度を反映しており、必ずしも先進的な欧米のシステムをそのまま取り入れることはできない。本ガイドラインの目的は心疾患の運動療法であるが、ここでは運動療法に限らず広く心臓リハビリテーションを施行する上で必要なスタッフとシステムについて、アンケート調査の結果に基づいて提言したい。このアンケート調査は心臓リハビリテーション施設としての認定を受け、かつ学会活動を行っている全国60施設に対して行われたもので、39施設から回答を得ている。

1. 我が国の心臓リハビリテーションの将来展望

すでに心臓リハビリテーションに取り組んでいる施設、あるいはこれから始めようとする施設において、心臓リハビリテーションを考える上での重要なポイントをまとめる。

1) 入院期間の短縮と回復期リハビリテーションの必要性

近年心筋梗塞の治療に再灌流療法が導入され、急性期の死亡率・合併症は著しく減少した。また、心臓カテーテル技術の進歩、冠動脈造影の普及によって必要に応じて安全かつ容易に左室機能や冠動脈病変を知り、必要に応じて冠動脈インターベンションによる冠血行再建が可能となった。その結果、以前に比べて安全かつ確実に早期リハビリテーションを進めることが可能となり、入院日数が著しく短縮した。その一方で、入院中に十分な運動療法や食事・生活指導ができず、また患者自身も心筋梗塞の罹患を軽く考えて、生活習慣の改善に熱心でない症例が増加している。そのような中で心臓リハビリテーションの中心は回復期に移行しつつあり、外来での心臓リハビリテーションの必要性が増している。

2) 運動療法参加者の多様化

人口の高齢化に伴い、高齢の心筋梗塞や冠動脈バイパス術患者が増加している。高齢者においては、非運動習慣からくるデコンディショニングが明らかであり、運動療法に期待される部分大きい。また近年慢性心不全に対する運動療法の有効性が明らかとなっているが、特に高齢者心不全において、運動療法に期待される部分は大きい。運動療法参加者の多様化に伴い、その目的に応じた運動処方、運動療法システムの確立が必要となっている。

3) エビデンスに基づく運動処方

従来から運動療法における運動強度の設定には、Karvonen 式に基づく心拍数処方が用いられてきた。心拍数による運動処方は健常人の一次予防を目的とした運動療法、比較的軽症の虚血性心疾患の心臓リハビリテーションを目的とした運動療法には有用であるが、心房細動や運動に対する心拍数応答の低下している患者、遮断薬使用中の患者では問題が多い。近年運動呼吸循環生理学の進歩に伴い、個人の運動能力に応じた有酸素運動のための運動強度の処方が可能となっている。すなわち、呼気ガス分析を併用した運動負荷試験である心肺運動負荷試験を用いて求める AT (嫌気性代謝閾値) 処方であ

る。AT 処方是有酸素運動の中の最大運動強度であるが、全例に心肺運動負荷試験を行って AT を求めることは煩雑である。自覚的運動強度 (Borg 指数, 第 3 章表 9 参照) を用いた AT 処方も可能になっている。

4) 心臓リハビリテーション施設の有効利用

監視型運動療法による心臓リハビリテーションは、採算性の上からもある程度多数の患者を集めることが必要である。一方で、再灌流療法による急性心筋梗塞の治療は、心臓リハビリテーションにまで手が廻らない比較的小規模の病院でも容易に行うことができるようになっている。これらの患者をどのように心臓リハビリテーションに組み入れるかが今後大きな問題になってくる。心筋梗塞急性期治療と回復期リハビリテーションの役割分担を考慮する必要がある。現在の保険診療のもとでは制約が多いが、将来的には考慮しなければならない問題である。

5) 包括的心臓リハビリテーション

心臓リハビリテーションは従来の運動療法中心から、包括的リハビリテーションに移行しつつある。そこでは患者の QOL の改善と再発予防が大きな目的となる。包括的リハビリテーションには、運動療法のみならず患者・家族の教育・啓発、食事指導や禁煙指導、復職指導・復職訓練、心理相談やストレス管理などが含まれるが、これら個々の項目において、我が国の現状にあった指導内容と多くの職種の参加が必要である。

2. 心臓リハビリテーションに必要な職種

心臓リハビリテーションには、循環器疾患や運動心臓病学について教育・啓発する循環器医師、日常生活の指導・疾患のケア・救急処置などを担当する看護師、運動負荷試験を行って運動の適否を決め、運動処方を決定し、運動療法を指導する理学療法士や運動療法専門家、生活習慣病予防のための食事指導をする栄養士、精神・心理相談やストレス管理を行う心理学の指導者、などの職種の参加が必要であろう。これらを日本の医療制度の中に当てはめた場合を想定して、心臓リハビリテーションのための必要なスタッフについて先のアンケート調査に基づいて述べる。

アンケート調査の結果、心臓リハビリテーションに必要なとされた職種は、1) 心臓リハビリテーション医師あるいは循環器医師、2) 専門的なトレーニングを受けた心臓リハビリテーション看護師、3) 心臓リハビリテーションのトレーニングを受けた理学療法士、4) 現在我が国ではコメディカルとして認められていないが、運動

処方や運動療法を指導する運動指導専門家、5) 運動負荷試験を担当する臨床検査技師、6) 栄養士、などであり、その他に臨床心理士、薬剤師、ソーシャルワーカーなどの参加も一部の施設で必要とされた。

この中で疾患別、リハビリテーションの時期別に、必要なスタッフをアンケート調査に基づいてまとめると、心筋梗塞や冠動脈バイパス術後の急性期では、循環器医や看護師が中心であり、これに理学療法士や栄養士、薬剤師、臨床心理士などが参加して患者指導を行うべきとしている。退院後の回復期においては、循環器医師、理学療法士、看護師、運動指導者に加え、栄養士や薬剤師が加わった外来通院型のリハビリテーションが重要となる。また、冠動脈バイパス術後患者のリハビリテーションにおいては心臓血管外科医の参加が必須であり、開心術後の運動機能の回復や呼吸理学療法のための理学療法士の存在は欠かせない。

現在我が国では運動の指導に関わる多くの資格が認定されている。厚生労働省が指導し財団法人健康・体力づくり事業団が認定している健康運動指導士・健康運動実践指導者、同じく厚生労働省が指導し許可法人中央労働災害防止協会が認定しているヘルスケア・トレーナー、文部科学省が指導し財団法人日本体育協会が認定しているスポーツ・プログラマー 1 種・2 種、またこの他に日本医師会が認定している健康スポーツ医、日本整形外科学会が認定している認定スポーツ医、日本心臓リハビリテーション学会が認定している心臓リハビリテーション指導士などである。これら運動指導に関連した資格はそれぞれ目的とするところが異なっており、一次予防や健康者の運動指導を主たる目的としているものが多いが、この中で心臓リハビリテーション指導士は日本心臓リハビリテーション学会が認定したもので、心臓リハビリテーションという視点から総合的な教育内容が必要とされている。今回のアンケート調査においても、心臓リハビリテーション指導士に期待されるところが大きいという意見であった。

3. 心臓リハビリテーションに必要なスタッフの数

心臓リハビリテーションに必要な人数について考察した。欧米において心臓リハビリテーション教室への参加者は、1 クラスあたり 30~100 人であるが、我が国の現状では運動療法に参加する患者数は 1 クラスあたり 10 人程度であろう。1 日 4 クラス、週 5 日間、運動療法を実施することを想定して、必要なスタッフ数をアンケート調査から推定した。医師 1~2 人、看護師 1~2 人、理学療法士 1~2 人、運動指導者 1~2 人、他に臨床検査技

師, 栄養士, 薬剤師各 1 人という結果であった。必要な職種を常勤にするか, 非常勤にするかなど採算性を考慮したうえで施設ごとに決定しなければならない。

4. 提 案

中等度規模の心臓リハビリテーション施設を運用する上で必要なスタッフを以下にまとめる。

- ・施設長 (循環器医師): 施設の経営・運営
- ・心臓リハビリテーション責任者 (循環器医師): 運動療法・食事療法などプログラムの管理責任者
- ・運動療法担当者 (理学療法士, 運動指導士): 運動療法プログラムの作成, 運動指導者への指導
- ・運動指導者 (運動指導士): 運動の指導
- ・食事療法担当者 (栄養士, 看護師): 食事指導
- ・コンサルテーション担当者 (看護師, 臨床心理士など): 禁煙指導, ストレス管理, 在宅運動療法, 施行状況の電話での指導
- ・事務員

心臓リハビリテーションの有効性はすでに確立されている。問題はシステムをどう立ち上げるかである。システムの立ち上げに参考となるように, 必要なスタッフについてアンケート結果をもとに提言した。この提言は, あくまで理想として示したもので, 実際の運用に当たっては施設の特長性, 採算性などを考慮して行うべきである。

運動療法に必要な機器と設備・施設

心疾患患者に対する運動療法は, 患者の心機能や身体機能特性により, あるいは通院型・在宅型など運動療法を行う場所によって, 必要とされる機器, 施設・設備が異なる。左室機能障害や高齢心疾患患者, あるいはデコンディショニングの強い患者では, 病院内施設を用いた監視下運動療法が必要であり, また同じ病態でも有酸素運動に加えて筋力トレーニングの重要性が増す。一方, 心筋梗塞でも早期再灌流療法によって心機能が保たれている症例では, 非監視型の在宅運動療法でも十分であり, また運動療法の目的はデコンディショニングの改善よりは再発予防が中心となる。この場合には, 二次予防に運動を取り入れることの重要性を知ったうえで運動療法に参加すべきであり, このために患者教育用の機器・設備が必要となる。また, 運動療法は主に病院外で行われることが多いため, 安全な運動を自己管理するための機器も必要となる。

運動療法を指導するにあたっては, 生体反応をモニターする機器やこれを通信する機器なども必要である。近

年通信技術の進歩は著しく, 将来的にはこれを用いることによって在宅運動療法がより容易になり, ひいては入院期間の短縮や医療コストの削減につながる可能性がある。本節では, 新しく心疾患の運動療法を始めようとする医療機関に必要な機器, 施設・設備について述べ, 最後に心臓リハビリテーションのための運動療法施設を二三例示する。

1. 運動療法に必要な機器

心疾患の運動療法には, 1) 運動機能評価, 2) 生体反応モニタリング, 3) 運動療法の実施, のための設備・機器が必要である。また, 在宅運動療法に必要な機器, 患者説明と健康学習のための機器, など特殊な目的のために必要な機器も必要である。

1) 運動機能評価に必要な機器

a) 持久的運動能力測定のための機器

持久的運動能力 (有酸素能力) の測定のためには運動負荷試験が必要である。このためには多段階運動負荷試験, 特に呼気ガス分析を併用する心肺運動負荷試験が有用である。心肺運動負荷試験に必要な機器については成書を参照されたい。

近年, 高齢者や心不全患者など運動能力の低い患者を対象に, 6 分間歩行試験やシャトル歩行試験など主に呼吸不全患者に適応されてきた歩行試験が応用されるようになってきている。これらの歩行試験は再現性がやや乏しいものの, 低侵襲かつ簡便で, 病院廊下などを使って簡単に施行でき, また心不全患者の重症度をよく反映しているとされる。

b) 骨格筋の筋力測定

骨格筋の筋力測定は, 特に高齢心疾患患者の運動療法に必須である。測定方法は通常, 最大一回反復負荷量 (1RM) を調べて筋力指標とする方法と, 等速性筋力を測定する 2 つの方法がある。1RM の測定には, ダンベルや重錘を用いて測定するものと, フリーウエイトのトレーニング機器を用いるものがある。いずれも測定とトレーニングを同一の機器を用いて行うことができる利点がある。上肢の筋では物を把持する際に必要な肩外転, 屈曲, 拳上, 肘屈曲などを測定するが, これにはダンベル (0.5~kg 単位で 10kg 程度まで常備) を用いる。下肢では歩行や階段昇降時に働く大腿四頭筋など抗重力筋力を測定するが, その 1RM 評価には大腿四頭筋などを対象とするフリーウエイトのトレーニング機器を用いる。

等速性筋力測定は, 等速性運動により筋力を評価する方法で, 主に下肢筋力を測定する。単関節運動により大

腿四頭筋を単独で測定する機器と、複合関節運動により脚全体の抗重力筋を測定する機器がある。有酸素能力と同様、正常人の年代別標準値があるのでそれと比較して評価することができる。

2) 生体反応のモニタリング機器

運動中には、心電図や血圧、自覚的運動強度などをモニターする。運動中の心拍数や不整脈の有無、心筋虚血の検出のために心電図モニタリングが必須である。通常は胸部双極誘導で十分である。心電図装置はテレメーター方式で、複数の患者を同時にモニタリングでき、かつ監視者が移動してもモニター監視ができるような架台式で移動できるものがよい。12 誘導心電図は通常の運動療法中には必要ないが、胸痛の発生に備え、救急室のベッドサイドに常備すべきである。

血圧は運動前後の安静時に測定する場合と、運動中に測定する場合がある。前者は自動血圧計による自己測定が簡便であり、後者には水銀式血圧計で高さ調節ができる移動式のものが多い。

その他、運動中に呼吸困難感を訴える患者に対して酸素化能測定を目的として経皮的酸素飽和度計を装備することが望ましい。また、血糖コントロールを行っている患者では運動中に低血糖症状が出現する場合があるので、運動誘発性の低血糖を確認するためにも血糖自動測定装置があることが望ましい。

3) 運動療法に必要な機器

a) 有酸素運動

持久力トレーニングのためには、トレッドミルまたは自転車エルゴメータが用いられる。前者には歩行面がキャタピラ式のものやベルト式のものがある。キャタピラ式は関節の負担が少ないが騒音が大きい。自転車エルゴメータには起立位型と半臥位型のものがあり、通常は起立位型を用いる。半臥位型は神経疾患を有する患者でも駆動が可能である。半臥位型のは駆動しやすいように背もたれつきのものでよい。その他、最近では他動的ペダル駆動機能を有する自転車エルゴメータが開発されているが、重篤な心機能障害を有する患者や体力低下の著しい患者など、低強度の有酸素運動を処方する場合に有用である。

b) 筋力強化運動

筋力強化運動は全身で 8 種類程度の運動を行うことが推奨されている（第 3 章表 8 参照）。

下肢は抗重力筋群、上肢は肩から肘関節の物を保持するための筋群がトレーニングの対象となる。機器の選定

には、それらの運動が可能となるように種類を考慮する。

上肢筋群のトレーニングにはダンベルが有用である。重さ 1~5 kg のものを複数個用意する。また抗重力筋群のトレーニングには、大腿四頭筋のトレーニングのために砂嚢またはトレーニング機器（レッグエクステンション）を備える。砂嚢は 1~5 kg の重さのものを足首に巻いて用いるが、複数個用意することが望ましい。下腿三頭筋のトレーニングには特別な機器は用いず、つま先立ちを行うが踵を下ろした位置から運動を開始するため、段差と起立位を保つための手すりが必要である。

4) その他の機器

a) 在宅運動療法に必要な機器

在宅運動療法を指導する場合は、運動強度や身体活動量をモニターできる機器が必要である。運動強度のモニタリングには、運動中の脈拍数ないし心拍数を測定する脈拍測定機能つき腕時計や通信型心拍モニター装置などが有用である。また運動量のモニタリングには万歩計や身体活動から消費カロリーを算出するカロリーカウンターなどを備える。在宅での運動指導を適切に行うには、電話やファックスによる運動状況の把握が有効である。

b) 患者指導・健康学習のための機器

現在はパンフレットなど紙面媒体を用いる施設が多いが、より理解を深めるために、ビデオや DVD あるいは PC プロジェクターなどの AV 機器があると効率的である。

c) その他

運動中の高温・多湿環境を避けるために、空調設備を備えるべきである。また、運動前後の飲水を励行するために、運動療法室内に飲水設備を備えることが望ましい。心事故などの緊急事態への対応のために、循環器医師への連絡方法や緊急呼び出し装置が必須である。

2. 運動療法施設的设计

運動療法施設は、以上の機器・設備をどのように配置するかを基本として設計される。心疾患の運動療法施設は大きく、1) 運動スペース、2) 体力測定スペース、3) 患者説明・教育のためのスペース、4) 在宅運動療法指導のためのスペース、5) 記録・監視スペース、6) 救急処置のためのスペース、7) 受付、更衣などのユーティリティスペース、などが必要である。

1) 運動スペース：ストレッチ運動、筋力強化運動、有酸素運動などのためのスペース。運動指導の方法、参加する患者数などによって、機器の数、スペースの広さなどを決定する。

2) 体力測定スペース：有酸素運動や筋力の測定を行う

スペース・運動負荷試験室をここに含めるか否かは施設の事情による。

- 3) 患者説明・教育のためのスペース：心疾患の病態，運動療法の有用性，冠危険因子や二次予防などに関し，患者に説明・教育するためのスペース．AV 機器を積極的に利用して患者の理解を助けることが望ましい。
- 4) 在宅運動療法指導のためのスペース：電話や FAX などにより直接在宅で指導する場合と外来時に在宅運動の指導をする場合がある．教育スペースと共有できる。
- 5) 記録・監視スペース：患者記録や，運動中の心電図モニターを監視するスペース。
- 6) 救急処置のためのスペース：運動療法中の緊急事態の発生に備えて，ベッドや救急カートを置くスペースが必須である．記録・監視スペースの近くに設置する。
- 7) ユーティリティスペース：心電図モニターの電極の装着や，更衣を行うスペース，受付スペースなど．できるだけ患者が一人で電極を装着することができるよう，鏡などを設置して工夫するとよい。

3. 運動療法施設の例示

欧米に比べ，我が国には心臓リハビリテーションのた

めの運動療法施設が極めて少ない．しかしながら，我が国においても最近心疾患の運動療法が健康保険適用となったこともあって，今後新たに医療機関に運動療法施設を併設する可能性が高い．そこで，本ガイドラインでは，我が国で心臓リハビリテーションのための運動療法施設を有し，運動療法に積極的に取り組んでいる3つの施設の図面を紹介する．

1. 小規模施設 - (財)心臓血管研究所附属病院 (図 8)

民間の心臓病専門病院．6 m スパンの病室を2つつぶして設計されており，都市型一般病院のモデルケースとなる施設である．運動負荷試験は別室で行うようになっている。

2. 大規模施設 - 群馬県立心臓血管センター (図 9)

公立の心臓病専門病院．施設周囲にリハビリパークを併設するなど，ドイツの短期滞在型心臓リハビリテーション施設をイメージしている．国立病院など地方循環器病センターとして位置付けられる施設のモデルとなる施設である．院外には，異なる運動強度となるいくつかの歩行コースが設定され，景色を楽しみながら運動できるように設計されている。

3. 厚生省指定疾病予防施設 - 医仁会武田総合病院 (図 10)

医療法第 42 条に基づく疾病予防施設 (第 7 章，表 20 参照) である．心疾患運動療法の保健適応期間後の運動

図 8 小規模な運動療法施設の例

(財)心臓血管研究所附属病院の心臓リハビリテーション室の図面を示す．6 m スパンの病室を2つつぶして設計されており，都市型一般病院のモデルケースとなる施設である。

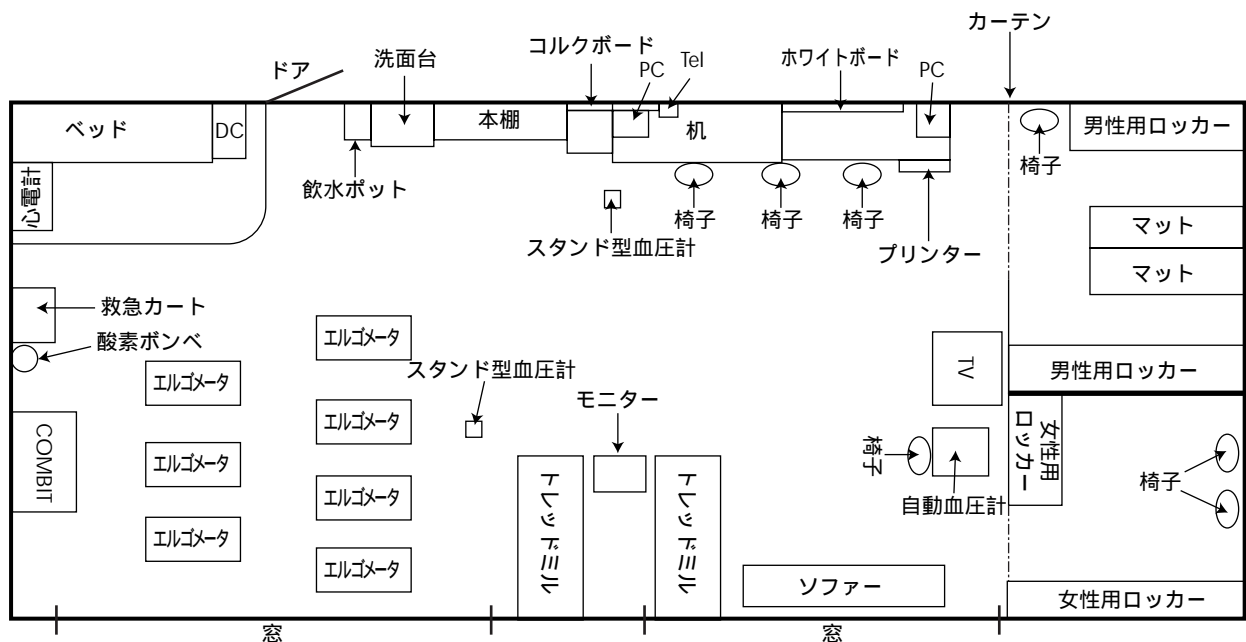


図9 大規模心臓リハビリテーション施設の例

群馬県立心臓血管センターの心臓リハビリテーション施設を示す。施設周囲にリハビリパークを併設するなど、ドイツの短期滞在型心臓リハビリテーション施設をイメージして作られている。院外とは異なる運動強度となるようないくつかの歩行コースが設定され、景色を楽しみながら運動できるように設計されている。

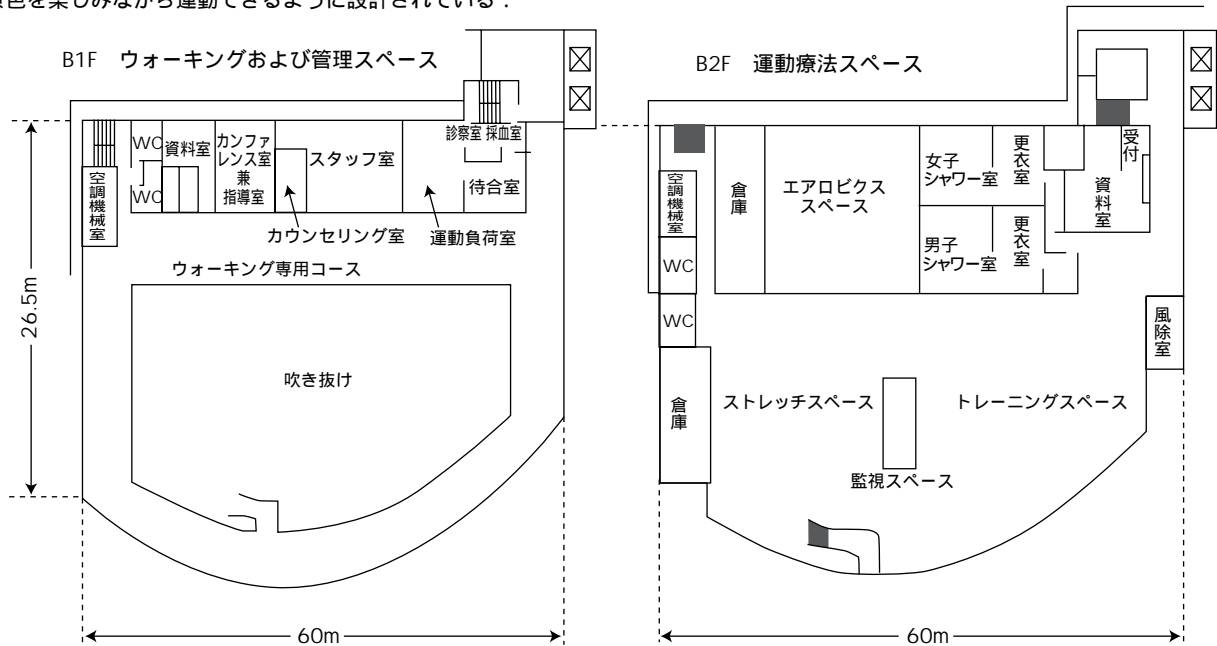
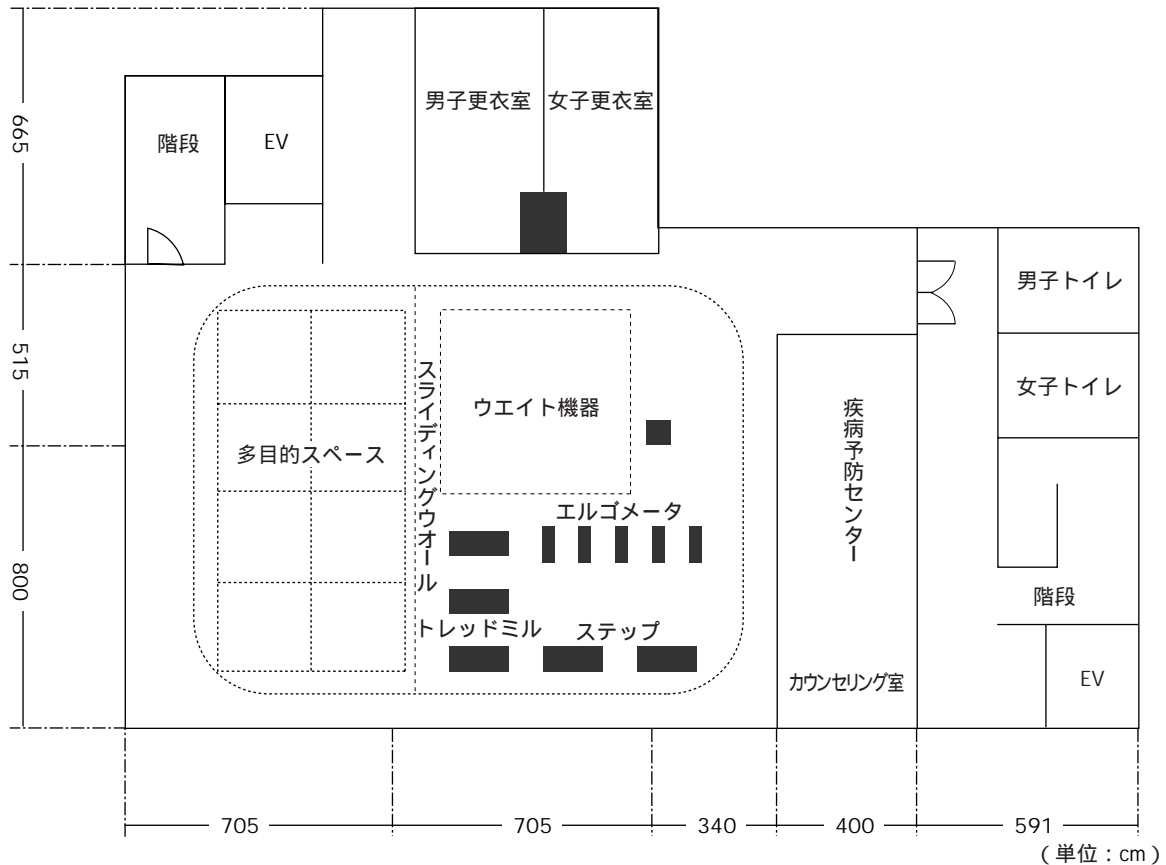


図10 厚生省指定疾病予防施設の例

医仁会武田総合病院に付属した運動療法施設の図面を示す。医療法第42条に基づく疾病予防施設として、心疾患運動療法の保健適応期間後および生活習慣病是正のための長期的な運動指導が行われている。



指導施設として、また生活習慣病は正のための長期的な運動指導を行う施設である。運動療法室に多目的スペースを設け集団スポーツができるようにするなど、楽しみながら運動継続ができるよう考案されている。



地域運動療法施設との関係

心臓リハビリテーション、特に運動療法は入院中のみならず、退院後および社会復帰後にも継続することが重要である。近年、急性心筋梗塞や冠動脈バイパス術患者の入院期間の短縮に伴い、退院後の心臓リハビリテーションが特に重要となっており、それに相応した安全かつ効果的な運動処方や運動指導、リスク管理が必要となってきた。また心臓術後症例には遠方からの紹介例も多く、手術を実施した施設での通院リハビリテーションが困難な場合があり、地域において心臓リハビリテーションを継続するための、いわゆる二次予防施設の拡充が必要となっている。

1. 一次予防・二次予防に対する行政の対応

行政レベルでは地域における心臓リハビリテーションの継続(維持期リハビリテーション)に関する施策はない。むしろ一次予防を中心にいくつかの施策が行われてきた。

昭和 53 年、当時の厚生省は成人病対策として「国民健康づくり対策」をスタートし、疾患の予防に重点を置いた。10 年後の昭和 63 年には、「アクティブ 80 ヘルスプラン」(第 2 次国民健康づくり対策)が策定された。これはわが国における高齢化の進行に伴い、心臓病・脳卒中・ガンの 3 大疾患予防のために、バランスのとれた栄養、適度な運動、十分な休養を 3 つの大きな柱とするものである。この政策を推進するにあたって運動を行うための設備や人員に関する制度の整備が必要となり、当時の厚生省は健康増進のための運動を安全かつ効果的に行う場所として「健康増進施設」の認定を行い、施設利用料について医療費控除とする制度を策定した。人員に対しては医学および運動生理学の知識を有し、運動プログラムを提供する「健康運動指導士」の養成講習を昭和 63 年より、また健康運動指導士の作成した運動プログラムに基づいて運動の指導を行う「健康運動実践指導者」の養成講習を平成元年より実施した。

健康増進施設の要件としては、1) 有酸素運動や筋力強化などの運動が安全に行えること、2) 準備運動・整理運動が行えること、3) 体力測定、運動プログラムを提供できること、4) 生活指導を行うための設備、応急処置可能な設備を有すること、5) 医療機関と適切な

提携関係をもつこと、などである。この施設に関して平成 8 年に厚生省が行った調査では、健康増進施設は 1953 施設であり、運動型健康増進施設はそのうちの 1827 施設、残りは温泉(温水)利用型であった。この施設は二次予防を目的とした心臓リハビリテーションの継続施設として十分期待できるものであったが、スポーツ施設であることに軸足を置いたため医療との連携がとれず、現在機能している施設はほとんどないのが現状である。

さらに平成 12 年に厚生労働省は「21 世紀における国民健康づくり運動(健康日本 21)」を策定した。これは個人の健康の実現に対し、社会全体として支援することの重要性を強調したものであり、基本方針として、1) 一次予防の重視、2) 健康づくり支援のための環境整備、3) 目標設定と評価、4) 多様な実施主体による連携のとれた効果的な運動の推進、をあげている。この施策はあくまでも一次予防が中心であり、すでに心疾患を有しているより危険度の高い集団に対しての具体的な対策はなく、社会全体に働きかける集団的アプローチという公衆衛生的手法をとっている。2001 年 8 月の段階では、各都道府県および市町村レベルでの実現可能な具体的な施策づくりを行っているところであるが、その実行にあたっては健常人のみを対象をとせず、すでに疾患を有している者をも考慮した実利的な施策づくりを期待したい。

2. 民間運動療法施設の育成と連携

ドイツでは心筋梗塞急性期は救急病院で治療を受け(約 4 週間)、その後都市郊外にあるリハビリテーション病院、またはクア病院と呼ばれているリハビリテーション専門病院に滞在して、数週間の治療ならびに教育を受けるのが一般的である。回復期リハビリテーション終了後は、地域にある AHG (Ambulante Herzgruppe: outpatient heart group) に参加し、生涯にわたって運動を中心とした心臓リハビリテーションを継続する。AHG のプログラム内容は全国的にほぼ統一されており、低料金で均質なサービスを受けることができる。このシステムを支えているのは、ドイツ国内に 70,000 あるといわれる地域密着型のスポーツクラブで、そこでは心疾患患者のための運動プログラムが用意され、循環器医もしくは有資格のスポーツドクターが監視し、有資格の運動指導士が運動指導を担当している。我が国でもこのような施設の充実が望まれるが、現在のところ心臓病患者を対象に含めた運動施設は存在しない。

3. 医療施設における運動療法施設の運営

民間のスポーツクラブに心疾患の二次予防を任せられ

ないとすると、今後の可能性としては地域医療の一環として地域の診療所が疾病予防施設を併設し、これを利用して一次予防のための運動療法に併せて二次予防としての心臓リハビリテーションを行えるようにしていくことが考えられる。このような観点から平成4年7月1日、医療法の一部が改正され、医療法人の付帯業務として疾病予防施設の設置が認められた(表18:医療法第42条

表18 医療法(抜粋)

昭和23年7月30日 法律第205号
最終改正 平成4年7月1日法律第89号

第42条 医療法人は、その開設する病院、診療所または保健施設の業務に支障のない限り、定款または寄付行為の定めるところにより、次に掲げる業務の全部または一部を行うことができる。

五 疾病予防のために有酸素運動(継続的に酸素を摂取して全身持久力に関する生理機能の維持または回復のために行う身体の運動をいう。次号において同じ。)を行わせる施設であって、診療所が附置され、かつ、その職員、設備および運営方法が厚生大臣の定める基準に適合するものの設置。

六 疾病予防のために温泉を利用させる施設であって、有酸素運動を行う場所を有し、かつ、その職員、設備および運営方法が厚生大臣の定める基準に適合するものの設置。

表19 疾病予防施設について

医療法の一部を改正する法律の一部の施行について

(平成4年7月1日付 厚生省健康政策局長通知)(抜粋)

第三 医療法人制度に関する事項

1 医療法人の付帯業務

- (1) 改正後の医療法第42条第5号に規定する疾病予防のために有酸素運動を行わせる施設(以下「疾病予防運動施設」という)に附置される診療所については、次の～により取り扱うこととされたいこと。
診療所の部分は、その他の部分とはっきり区画し(例えば玄関口を別に設けること)、当該施設の利用者以外の者が自由に利用できる構造とすること。
診療所について、医療法第12条の規定による管理免除又は2か所管理の許可は原則として与えないこと。
診療所と疾病予防運動施設の名称は、紛らわしくないよう、別のものを用いること。
既設の病院又は診療所と同一の敷地内又は隣接した敷地に疾病予防運動施設を設ける場合にあっては、当該病院又は診療所が疾病予防運動施設の利用者に対する適切な医学的管理をすることにより、新たに診療所を設けなくともよいこと。
- (2) 改正後の医療法第42条第6号に規定する疾病予防のために温泉を利用させる施設と提携する医療機関は、施設の利用者の健康状態の把握、救急時等医学的処置等を行うことのできる体制にしなければならないこと。

の第5号および6号)。平成7年4月には、さらに疾病予防施設の普及促進を図る目的から、医療施設と疾病予防施設の共用がある一定の条件を満たせば可能となり(表19)、「医療施設と疾病予防施設等との合築について」という内容の通知がなされた(表20:平成7年4月26日付 厚生省健康政策局長通知)。

第20 医療施設と疾病予防施設の合築について

(平成7年4月26日付 厚生省健康政策局長通知)

標記については、「医療法の一部を改正する法律の一部の施行について」(平成4年7月1日健政発第418号通知、以下「418号通知」という)により取り扱っているところであるが、医療法第42条第5号及び第6号に規定する施設(以下「疾病予防施設」という)の普及の促進を図る目的から、医療施設と疾病予防施設を明確に区分することとしていたこれまでの取り扱いを下記のとおり改めることとしたので通知する。

記

1. 医療施設と疾病予防施設の共用について
- (1) 同一開設者が、病院又は診療所と疾病予防施設を併設する場合であって、以下の要件をすべて満たすときは、病院又は診療所の施設(出入口、廊下、便所、待合室等を含む)を共用して差し支えない。
- ア 当該疾病予防施設が医療法第42条第5号又は第6号に定める基準に適合するものであること。
- イ 疾病予防施設としての専用部分として、病院又は診療所と明確に区分された事務所を設けること。但し、患者に混乱を生じないようにするため、病院又は診療所の業務に支障のない場所を選定すること。
- ウ 機能訓練室を共用する場合には、病院又は診療所の患者に対する治療その他のサービスに支障がないものであること。
- なお、共用にあたっては利用計画書を提出させるなどにより、十分に精査すること。
- エ 病院又は診療所と疾病予防施設はそれぞれ別個の事業として、会計、組織、人員等の区分を明確にし、病院又は診療所の従事者が疾病予防施設の従事者を兼ねることは、原則として認められないものであること。
- (2) これに伴い、病院又は診療所と疾病予防施設の大幅な共用が認められることとなるが、既設の病院又は診療所内に疾病予防施設としての専用部分を設置する場合にあっては、医療法に基づく変更の手続きを行い、病院又は診療所の一部を廃止することとなるので留意されたい。
- (3) なお、(老人)訪問看護ステーション及び介護支援センターについても、これまで、病院又は診療所の施設(出入口、廊下、便所等を含む)との共用を認めてきたところであるが、上記(1)イ、エ、(2)に準じて取り扱われたい。

2. その他

第418号通知第三の1の(1)の は削除する。

表21 心疾患リハビリテーションの施設認定基準

- 1 特定集中治療室管理または救命救急入院の届出を受理されており、当該治療室が心疾患リハビリテーションの実施上生じた患者の緊急事態に使用される。この場合、緊急の事態の発生を回避するため、当該療法は専任の医師の直接の監視下に行われるものである。
- 2 当該療法を行うために必要な次に掲げる装置・器具を専用トレーニングルームに備えている。
 - (1) 酸素供給装置
 - (2) 除細動器
 - (3) 心電図モニター装置
 - (4) ホルター心電図 (携帯用心電図記録器)
 - (5) トレッドミル
 - (6) エルゴメーター
 - (7) 血圧計
- 3 担当の医師および担当の理学療法士または看護師がそれぞれ 1 人以上配置されており、医師 1 人あたりの患者数は 1 日 15 人程度が望ましい。

この法改正では運動療法室の共用を認めてはいるが、保険診療に必要な心疾患リハビリの施設認定では「専用施設」となっているため (表 21)、心疾患リハビリテーションの施設認定を受けている病院では逆にこの制度を活用することができないのが現状である。

4. 運動療法実施のためのマンパワーと資格

医療法人が併設する疾病予防施設には、医師をはじめ健康運動指導士、健康運動実践指導者、栄養士、保健婦などが法規上必要とされる。しかし、実際にはこれらの有資格者でも心臓リハビリテーションに関する十分な知識と技術を持っているとは限らない。従って施設の安全な運営のためには心臓リハビリテーション指導士 (日本心臓リハビリテーション学会) などの専門的研修を受けているスタッフが必要と考えられる。

5. 診療報酬算定の現状

運動療法に関連する診療報酬として、1) 急性心筋梗塞、開心術後、狭心症に対する「心臓リハビリテーション指導管理料」と、2) 高血圧、糖尿病、高脂血症に対する「運動療法指導管理料」がある。

心臓リハビリテーション指導管理料は、対照となる患者に対して都道府県の認定を受けた施設内で実際に行った運動療法に対して算定できるもので、2) とは異なり指導や運動処方に対する報酬ではない。施設認定を受けるには救急病院または特定集中治療室加算ができる施設において、専任の医師および看護師または理学療法士が勤務し、定められた機材 (酸素供給装置、除細動器、心

電図モニター、ホルター心電図、トレッドミル、エルゴメータ、血圧計) を備えた専用の施設が必要である (表 21)。この制度の問題点は、本来慢性期にも継続が必要な心臓リハビリテーションを急性期病院に限り認めたこと、実施できる期間が 6 ヶ月間と短いこと、医師 1 人あたり 1 日 15 名程度の患者しか認めないことなどがあげられる。しかし、不十分ながらこの診療報酬が認められたことは極めて意義が大きく、「運動」が心疾患患者にもたらす医学的ならびに社会的メリットの重要性を行政担当者が認識し、さらに効果的な施策が実施されることに期待したい。

平成 14 年 4 月、それまで認められていた運動指導管理料は発展的に解消された形で「生活習慣病指導管理料」となり、若干診療報酬も増額された。これはそれまでの「運動指導箋」の発行などの義務はなくなり、「策定された治療計画に基づき、服薬、運動、休養、栄養、喫煙および飲酒等の生活習慣に関する総合的な指導及び治療管理」を行った場合に、病床数 200 床以下の病院及び診療所で算定できるようになった。以前の「運動指導管理料」と同様に、検査や投薬、注射、他の指導管理などはすべて含まれ、別に算定することはできない、いわゆる定額医療である。また、あくまでも外来受診時に生活習慣病の指導管理を行うことに対する診療報酬であって、対象例に運動療法をする場を提供したり、実際に運動を実施させても算定できない患者側も運動を勧められても、どこでどのようにしたらよいか分からず、運動療法に関してはこの制度だけでは実効があるとはいえない。先に述べた「医療機関に併設する疾病予防施設」などのシステムを併用することも必要である。

心疾患の運動療法に関するガイドラインのまとめ

心疾患の運動療法は、心臓リハビリテーションの中心的な部分として発展・普及してきたものである。本ガイドラインではすでに多く刊行されている心臓リハビリテーションあるいは運動療法に関する欧米のガイドラインと整合性をもちながら、我が国において心臓リハビリテーション運動療法の普及をはかる目的で作られた初めてのガイドラインである。

ガイドラインの作成は evidence based medicine に基づいて行われたが、現状では日本人によるエビデンスは極めて乏しく、特に厳密な意味での無作為化対照試験は皆無であった。したがって欧米のエビデンスに基づいて作成しなければならないところが大きな部分を占めざるを

得なかった。

1. 心疾患における運動療法の有用性

- 1) 身体的効果として、運動耐容能の増加、心筋虚血発作閾値の上昇、冠動脈病変の進行の抑制、換気機能の改善、自律神経機能の改善、血管内皮機能の改善、骨格筋の毛細血管密度の増加・ミトコンドリアおよびその酸化酵素活性の増加、など多くの事実が証明され、また一方で、心臓リハビリテーションの一環としての運動療法により、高血圧・高脂血症・糖尿病など冠危険因子の是正、ひいては生命予後の改善がもたらされる。
- 2) 精神的効果については、単独あるいは包括的リハビリテーションの一部として用いられた場合のいずれにおいても、QOLの改善をもたらすことが多く、これらの科学的証拠は「心臓リハビリテーション運動療法が患者の満足度を高めている」という心臓リハビリテーション専門家が信じている感覚と一致している。
- 3) 費用・効果分析は、欧米においても不十分であるが、心臓リハビリテーションは費用・効果に見合う治療法であると結論できる。この分野における我が国のデータは皆無であり、将来必ず取り組まれなければならない重要な部分である。

2. 運動療法の対象と運動処方

- 1) 基本的診療情報や安静時の諸検査および運動負荷試験を用いることにより、健常者を含めて運動療法の適否の決定と運動処方が可能である。
- 2) 運動療法は、生活習慣病、狭心症・心筋梗塞などの虚血性心疾患、代償された中等症以下の心不全患者に有効である。
- 3) 運動処方個人は個人の身体的・社会的状況に応じて柔軟に作成されなければならない。運動に対する反応・トレーニングに対する反応には個体差があること、運動療法の目的は個人の日常の身体活動を増進させることを支援することにあるからである。
- 4) 運動プログラムの構成は、ウォームアップ、持久性運動、レクリエーションなどの追加活動、クールダウンから成る。最近ではこれに加えた器械・器具を用いた筋力トレーニング（レジスタンストレーニング）の有効性が指摘されている。

3. 心疾患の病態と運動療法

- 1) 心臓リハビリテーションプログラムに参加した心筋

梗塞患者においては、生存率の向上傾向が認められる。運動耐容能の向上、自律神経系への影響、精神的効果なども、一般的な運動効果と同様である。発症早期の運動療法が左室リモデリングを起こすか否かに関しては、慎重に経過を観察しながら行えば問題ないと結論できる。

- 2) 心臓術後の運動療法の効果も他の心疾患と同様であるが、運動療法はバイパスグラフト開存率を改善するという報告が興味深い。また特に心臓術後特有の運動療法上の問題について述べた。
- 3) 狭心症患者において、運動療法は心筋酸素摂取量の低下し、心電図や心臓核医学検査からみた心筋虚血の臨床的指標を改善する。運動療法は狭心症症状を改善する。
- 4) インターベンション術後患者の運動療法の有効性に関しては十分な証拠がない。また運動負荷試験や運動療法開始時期の明確な基準はない。近年、インターベンション術後患者が増加していることから、運動療法を中心とした心臓リハビリテーションの適応についての基準が求められている。
- 5) 不整脈疾患に対する運動療法の効果、運動療法中の不整脈の危険性に関して、エビデンスとなる研究に乏しい。運動時、不整脈の出現が危惧される場合は、モニター監視下で運動を行わせ、かつ不整脈による運動の中止基準を遵守すべきである。しかし一方で、運動によって心室性不整脈が改善する可能性もある。
- 6) 安定した慢性心不全に対して適切な運動療法を行うことにより、心不全悪化などの副作用を生じることなく運動耐容能が改善し、QOLが向上するという事実はほぼ確立されている。さらに再入院や心血管死亡を含む心事故率が減少する可能性も示唆されている。
- 7) 心移植患者における運動療法の有効性に関するエビデンスと、実際の指導法についてまとめた。

4. 特殊な集団における運動療法

- 1) 小児および高齢者心疾患の運動療法につき、その有用性に関するエビデンスをまとめ、また実際の運動療法の指導法についてまとめた。
- 2) 高齢者においても運動療法の有効性は証明されており、さらに積極的に取り組むべきである。

5. 運動療法システムの提言

- 1) 運動療法システムの作り方、特に心臓リハビリテーションに関わる職種とマンパワー、運動療法に必要な機器・設備、および我が国における代表的な運動

療法施設の図面を例示した。
2) 維持期のリハビリテーションをどのように継続する

か、地域運動療法施設との連携、そこに関わる法的な問題および将来への問題点をまとめた。

用語の解説

あ 行

維持期リハビリテーション

心臓リハビリテーションは元来急性心筋梗塞症患者を対象として発展してきたため、その病期に応じてリハビリテーションも急性期・回復期・維持期の3つに分けられている。維持期リハビリテーションは社会復帰後生涯にわたって行われる運動療法を中心とした包括的リハビリテーションのことをさすが、地域の運動療法施設との密接な連携が必要である。

運動処方 (exercise prescription)

運動療法を行うにあたって、運動の安全性と最も望ましい身体的効果を得るために運動の質と量を規定することが必要になる。これを運動処方とよぶが、通常は運動の種類、強度、頻度、時間などを規定する。その中で運動強度の設定が最も重要であるが、個人の特性や目的に応じて運動の効果と弊害のバランスの上にならって決められる。

か 行

回復期リハビリテーション

維持期リハビリテーション参照。回復期とは退院後社会復帰するまでの2~3ヵ月をさすが、その間に行われる監視型運動療法を中心とした、教育・啓発、栄養・禁煙指導、復職指導や心理相談などをふくめた包括的リハビリテーションが必要となる。米国でこの時期のリハビリテーションのことを特に第2相リハビリテーション (phase II cardiac rehabilitation) とよんでいる。

介入試験 (interventional trial)

仮説にたてられた因子を除外したり、加えたりすることによって、疾患の発生に変化がみられるかどうかを観察する一種のコホート研究。例：心筋梗塞症患者に遮断薬を投与した結果、死亡率が30%減少した (介入：遮断薬の投与)。

ガス交換比 (gas exchange ratio ; R)

単位時間あたりの $\dot{V}CO_2$ の $\dot{V}O_2$ に対する割合。この指標は呼吸商と異なり、組織における代謝性のガス交換の総和としての個体の炭酸ガス排出量と酸素摂取量の比を表す。運動中など非定常状態では、酸素と特に炭酸ガスのガス貯蔵の一過性の変化にも影響される。つまり、過換気により過剰な炭酸ガスが体内貯蔵から排出されると、ガス交換比は代謝の指標である呼吸商の値よりも大きくなる。一方、低換気により炭酸ガスが体内に貯蔵されると、ガス交換比は呼吸商よりも小さくなる。

監視型 (非監視型) 運動療法 (supervised, non-supervised exercise program)

一定の時刻に一定の場所に集まり、運動指導者のもとに、時には心電図などの生体モニターを行いながら行う運動療法を監視型運動療法という。米国で行われている運動療法はほとんどがこれで、通常のクラスに加えて会復帰後も運動療法が行えるように早朝や夕方のクラスなどもたれている。これに対する言葉として非監視型運動療法があるが、これは医師あるいは運動指導者の指導のもとに、自宅で自分の責任で行う運動療法をさす (在宅運動療法)。この場合、運動療法の適応や運動処方などに安全性に対する配慮が必要である。

関節可動域 (ROM)

立位姿勢にある肢位を0度として、各方向に他動運動あるいは自動運動を行って得られる関節運動範囲のことをさす。ROMを制限する因子としては、関節構成体だけでなく痛みや骨格筋の短縮などもある。

健康日本 21

厚生労働省の第3次国民健康づくり対策「21世紀における国民健康づくり運動」の通称である。2000年2月に報告書が出されたもので、各論は9つの領域からなり、各領域ごとに2010年を達成目途とした数値目標が設定されている。基本的な考え方は、国民の健康寿命延伸を目的とした一次予防対策を重視している。国の通達



を受け、各地方自治体が独自に対策を進めている。

嫌気性代謝閾値 (anaerobic threshold ; AT)

運動強度が増加していく過程で、有気代謝に無気代謝が加わり、乳酸産生が増加するポイントがある。この点を嫌気性代謝閾値 (AT) とよぶ。乳酸由来の H^+ は重炭酸イオン (HCO_3^-) で緩衝され、二酸化炭素 (CO_2) が産生されるため、呼気ガス分析を行うと、二酸化炭素排出量 ($\dot{V}CO_2$) が酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) を凌駕する点、あるいは酸素摂取量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}O_2$) および呼気終末酸素分圧 (PETO₂) の増加する点として捉えることもできる。乳酸の測定から決定されるものを乳酸域値 (lactic threshold ; LT) とよび、呼気ガス分析によって換気の変化から決定されるものを換気域値 (ventilatory threshold ; VT) とよぶが、心臓リハビリテーションの領域ではこの概念を提唱した Wasserman にしたがって AT を用いることが多い。

健康関連 QOL (health-related QOL)

疫学研究においては死亡や合併症発生などの客観的なアウトカム指標がこれまで用いられてきたが、近年患者の視点にたった主観的な評価指標としての健康関連 QOL が重要視されるようになってきている。健康関連 QOL の構成要素として身体機能、心の健康、社会生活機能、日常役割機能などがあげられている。SF-36 は代表的な健康関連 QOL として現在幅広い分野に応用されており、これを用いた研究は急速に増えている。

呼吸性代償 (respiratory compensation ; RC)

漸増運動中に嫌気性代謝による乳酸の蓄積による代謝性アシドーシスが起これると呼吸性の代償が始まる。この点を呼吸性代償開始点 (RC point) とよぶ。それ以下の運動では動脈血中の炭酸ガス分圧はほとんど変化しないが、RC point を超えると換気量の急激な増加に伴って炭酸ガス分圧は低下、炭酸ガス排出量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$) は上昇する。漸増負荷試験では RC point 以降はアシドーシスが進行する。

呼気終末炭酸ガス分圧 (end-tidal PCO₂ ; PETCO₂)

breath by breath 法で呼気ガス分析を行った際の、呼気終末時に測定した呼気ガスの炭酸ガス分圧。一般的には呼気の肺胞気相で測定した炭酸ガス分圧の最高値である。漸増負荷中の呼吸性代償開始点 (RC point) 以上の運動強度で上昇する。

呼気終末酸素分圧 (end-tidal PO₂ ; PETO₂)

breath by breath 法で呼気ガス分析を行った際の、呼気終末時に測定した呼気ガスの酸素分圧。一般的には呼気の肺胞気相で測定した酸素分圧の最低値である。漸増負荷中の AT 以上の運動強度で上昇する。

呼吸理学療法

呼吸方法の習得や気道分泌物排出のための呼吸介助などに加え、下肢の筋力トレーニングや在宅酸素療法導入時の生活指導などを通じて、呼吸機能の改善のみならず ADL や QOL の改善を目的とする理学療法。

さ 行

サーキットトレーニング

上肢や下肢の筋力トレーニングやストレッチ、あるいは有酸素運動など、異なる運動種目を組み合わせ、身体の各部位をトレーニングする方法。各運動種目を順番に回っていくことからサーキットトレーニングとよばれる。

再灌流療法

急性心筋梗塞において閉塞した冠動脈を再開通させることにより、心筋壊死巣の縮小と死亡率の減少を目的として行われる急性期治療をいう。再灌流法には、血栓溶解療法と経皮的冠動脈形成術があり、血栓溶解療法における溶解薬の投与方法には、経静脈的投与と冠動脈造影時に選択的に冠動脈内に投与する方法がある。

最高酸素脈

酸素脈とは酸素摂取量を心拍数で除した値である。酸素摂取量は心拍出量と動静脈酸素含有量較差の積であることから、最高酸素脈は運動中の最高1回拍出量と最高動静脈酸素含有量較差の積となる。最高動静脈酸素含有量較差は最大運動時にはほぼ一定の値 (14 ~ 18 g/dl) となるので、この指標は運動中の最高1回拍出量の指標となる。

最大酸素摂取量 (max $\dot{V}O_2$) と最高酸素摂取量 (peak $\dot{V}O_2$)

最大酸素摂取量は、個人が運動時に摂取する最大の酸素摂取量であり、運動強度をあげても酸素摂取量の増加が頭打ち (レベルオフ) するときの酸素摂取量である。最高酸素摂取量は、自覚症状などを中止基準として行ったときに得られる最高の酸素摂取量で、peak $\dot{V}O_2$ とよばれる。心疾患患者を対象として行う症候限界性心肺運

動負荷試験で得られる値は最高酸素摂取量である。max $\dot{V}O_2$ は peak $\dot{V}O_2$ より大きい。

最大心拍数と最高心拍数

運動強度 (酸素摂取量) の増加に比例して心拍数は増加するが、運動の極限において負荷量を増加してもそれ以上の心拍数の増加はみられなくなる。このプラトーに達した時の心拍数を最大心拍数という。最大心拍数の最大の規定因子は年齢であり、通常最大心拍数は (220 - 年齢) であらわされる。最高心拍数は漸増運動負荷試験の終点時のもっとも増加した心拍数をいう。

最大反復力

レジスタンストレーニングにおいて、指定した回数を反復運動できる最大重量のこと。1 回のみ挙上できる最大重量を 1RM (1 repetition maximum) という。10 回最大反復力は 10RM である。

自覚的運動強度 (Borg 指数)

Borg は自覚的な運動強度を第 3 章表 9 のように 6 ~ 20 のスケールにわけ、分かりやすい言葉で表現して半定量化することを試みた。これを自覚的運動強度 (rating of perceived exertion ; RPE) という。それぞれのスケールを 10 倍すると、その運動強度の心拍数に相当するように工夫してある。運動療法におけるトレーニング強度として使用できる。心拍数応答に異常がある場合や心拍数に影響を及ぼす薬剤などを使用している場合には特に有用である。

死腔換気量

外呼吸にあずかるのは肺胞と細気管支でありそれ以上の気道、口腔、鼻腔、気管、気管支などではガス交換は行われない。これらを解剖学的死腔と呼ぶ。解剖学的死腔量は浅く速い呼吸になると増加する。また、換気が十分行われている肺胞に接する血管に十分な血流がない場合、逆に血流が十分にあっても換気が行われていない肺胞があると、換気血流不均衡とよばれる生理学的死腔が発生する。心不全の場合、運動中に十分心拍出量 (肺血流量) が増加せず死腔換気量が増加する。

質調整生存年 (quality adjusted life years ; QALY)

費用 効用分析で用いられる効用値で、平均余命を機能障害や社会的な不利な条件で調整した値である。実際には、能力低下の重症度を示す数値的な重みを患者自身や専門家が測定することによって生存年数を調節する。

たとえば、完全な健康状態でそれより短い年数で何年生きることに trade-off するかで示す方法 (time-trade off 法) からスコアを出す場合、1 (完全な健康) と 0 (死亡) の間にスケールする。

除脂肪体重 (lean body mass ; LBM, fat free mass ; FFM)

体重のうち、脂肪を除いた体重を除脂肪体重という。最近では LBM より FFM と略される。体脂肪率は体重 - 体重 × 体脂肪率 ÷ 100 で求められる。主に筋肉や骨の重さの指標として使われる。

心肺運動負荷試験 (cardiopulmonary exercise test)

多段階運動負荷試験時に呼気分析を行い 酸素摂取量、換気量、二酸化炭素排泄量などの呼気分析指標を評価する試験。心肺運動負荷試験は心疾患、呼吸器疾患などの身体機能評価に使われる。心疾患の機能的評価の指標や、運動処方に使われる嫌気性代謝閾値 (AT) を求めることができる。

心室リモデリング

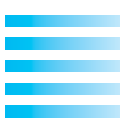
心筋梗塞後 3 日くらいから数ヶ月にかけて左室は次第に拡大するが、この現象を左室リモデリングとよぶ。発症早期には壊死に陥った心筋細胞の脱落、癒着化などに伴う左室の菲薄化と過進展により、また慢性期には非梗塞部の遠心性肥大により心室は拡大する。左室リモデリングは左室機能不全、慢性心不全と関連した予後不良因子である。運動療法が左室リモデリングに悪影響を及ぼすか否かは議論の焦点であるが、最近の無作為化対照試験の結果はリモデリングに否定的である。

心拍数予備能 (heart rate reserve ; HRR)

最大心拍数から安静時心拍数を引いた数値が心拍数予備能である。心拍数予備能は運動処方におけるトレーニング心拍数を算出する上で重要で、これを用いる方法を HRR 法または Karvonen 法とよぶ。Karvonen 法では心拍数予備能に一定の係数 (k) をかけ、安静時の心拍数を加えたものをトレーニング心拍数とするが、k を処方することによって運動強度が決定される。

酸素摂取量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}O_2$)

心肺運動負荷試験において分時換気量を酸素摂取量で除した値で、低運動強度から嫌気性代謝閾値 (AT) までは換気血流不均衡の改善のため低下するが、AT 以降は無氣的代謝による炭酸ガス産生が換気を亢進させるた



め、上昇に転じる。 $\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$ と併せてAT決定の指標として用いられる。

た 行

遅筋 (slow twitch fiber) と速筋 (fast twitch fiber)

筋線維は収縮速度の違いから、遅筋線維 (slow twitch fiber) と速筋線維 (fast twitch fiber) に分類される。前者はミオグロビンを多く含んで赤みがががっているため赤筋線維または type 線維、後者は白筋線維または type 線維ともよばれる。遅筋線維はミトコンドリアが豊富で酸化能力が高いが解糖能力は低いので、疲労しにくく長時間にわたり出力を維持できる。速筋線維は酸化能力は低く解糖能力が高いので、エネルギー出力は高いが疲労しやすい。

中枢効果と末梢効果

運動時、酸素は肺より摂取され、心血管系を経て骨格筋に運ばれる。運動トレーニング効果は、酸素の摂取・運搬系と骨格筋における酸素の消費系に分けて考えることができる。運動トレーニング時の最大酸素摂取量増加の機序として、心肺機能の改善に基づく機序を中枢効果、末梢骨格筋における血流やエネルギー代謝の改善に基づく機序を末梢効果とよぶ。運動トレーニングによる最大酸素摂取量増加の主たる機序は末梢効果と考えられている。

デコンディショニング (脱調節)

長期の安静臥床により、身体的・精神的・社会的機能が低下することをデコンディショニングとよぶ。適切な和訳がないため、本ガイドラインではデコンディショニングを用いた。身体的には、運動耐容能の低下やスピード・バランスの低下、心拍数や血圧の易変動性、呼吸機能の低下、循環血液量の減少、Na・Caの減少など、精神的には不安感、うつ傾向の増大、自信喪失、人間関係の不調や社会的適応能の低下などが生じる。心筋梗塞患者において早期リハビリテーションが推奨される理由はデコンディショニングの防止にある。

等尺性運動 (isometric exercise) と等張性運動 (isotonic exercise)

等尺性運動は筋の長さを変化させず関節運動の無い状態で張力を発揮する運動様式で、重量物の懸垂・保持、綱引き、姿勢の保持などの運動がこれに属する。心拍数の増加に比べ血圧上昇が大きく、心臓にとって過負荷となる危険がある。

等張性運動は、一定の張力でリズムカルに行う運動で、

歩く・走る・泳ぐなどの運動がこれに属する。等張性運動では酸素摂取量と心拍数が相関するため、心拍数から運動強度を推定することができる。

等速度性運動 (isokinetic exercise)

関節運動の速度を一定速度でコントロールする機器を用いた運動様式で、この運動様式では、運動する者の発揮した力が反力として負荷強度となるため、力加減により強度が決定される。

な 行

内皮依存性血管拡張反応

血管内皮細胞は、内皮細胞由来弛緩因子 (EDRF) を産生し、血管トーンスの調節に関与している。このEDRFは最近一酸化窒素 (NO) であることがわかってきた。慢性心不全患者では血流依存性血管拡張反応が低下し、血管トーンスを亢進させている。血流依存性の血管拡張反応は shear stress による内皮細胞からの一酸化窒素 (NO) の産生で生じると考えられている。運動療法によって内皮依存性血管拡張反応が改善することが証明されている。

二酸化炭素排出量に対する換気当量 ($\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$)

分時換気量を二酸化炭素排出量で除した値で、換気効率ともよばれ一定の二酸化炭素を排出するのに必要な換気量である。換気量は動脈血二酸化炭素分圧を正常に保つよう調節されるので、閉塞性肺疾患がなければ二酸化炭素分圧は一定である。低運動強度では換気血流不均衡の改善により安静時より低下し、運動強度が増してATを超えても増加しないが、さらに強い運動で代謝性アシドーシスが発生すると呼吸性代償が始まり上昇に転じる。

は 行

費用効果分析

医療に投入した資源を費用であらわし、効果を健康状態 (自然単位) で測定する場合に費用効果分析とよばれる。効果が同じ場合には費用が最も少ないのがよく、費用が同じ場合には効果が最も大きいのがよい。

費用効用分析

保健医療の経済評価の一つであり、いくつかの保健医療行為を比較する場合に用いられる。医療に投入した資源を費用であらわし、効果を効用値で測定する場合に費用効用分析とよばれる。効用は、質を調整した健康状態、

たとえば質調整生存年などである。

包括的心臓リハビリテーション (comprehensive cardiac rehabilitation)

運動療法以外に生活指導、食事指導、禁煙指導、職業指導・相談や心理相談、各種のカウンセリングなど心臓病患者の QOL を高め、あるいは予後を改善するための多くの活動内容を含む。多要素心臓リハビリテーション (multifactorial cardiac rehabilitation) という言葉が用いられることもあるが、内容的には同じである。

ま 行

無作為化対照試験 (randomized control trial)

客観的でかつ再現性の高い方法論に基づいた薬効評価のために考案された試験であるが、最近は医療ケアや新しい方法の有用性の評価法としても用いられている。患者は一方の治療を受けるか (新しい治療)、他方の治療を受けるか (無治療あるいは標準の治療) を、特別な意図をもたずに無作為 (ランダム) に割り付けられる。試験担当医も被験者もいずれの治療法によって行われているかわからないようにする方法を二重盲験試験という。

メタアナリシス (meta-analysis)

同じ条件で行った個別研究から得た情報を累積して、最良の利用可能な根拠の臨床的価値を統計的に解析する方法。単一研究よりも関心領域の効果を見出すために大きな検出力をもち、より高い精度で評価できる。しかし、不適切な個別研究を使用すると治療の有効性に関して誤った結論に導くこともある。

メディカルチェック (medical check)

元来は健康診断の意味であるが、日本では運動参加前の医学的検査を意味する言葉として使われ、運動参加の安全性を保证するために医師が行う検査で問診、身体所見、医学的検査などが含まれる。メディカルチェックに運動負荷試験を含めるか否かが重要なポイントである。欧米では運動参加前の身体検査 (preparticipation physical examination; PPE) とよんでいる。

や 行

有酸素運動 (好気性運動)

最大酸素摂取量以下の運動レベルで、酸素消費量とバランスをとりながら継続できる運動をいう。運動開始時には無酸素的なクレアチン燐酸の分解により ATP がエネルギー供給源となり酸素負債を生じるが、あまり強く

ない運動を継続する場合、好氣的に脂肪が代謝されて ATP が産生される。このように、運動強度に見合った酸素摂取が可能な範囲の運動を有酸素運動とよぶ。長距離走、水泳、サイクリングなどが代表的なもので、テニス、卓球、バレーボール、ゴルフなども運動強度は低い有酸素運動である。

ら・わ行

ランブ負荷試験

運動負荷試験の種類には、一定の負荷量で行う定常負荷試験、段階的に負荷量を漸増させる多段階負荷試験などがあるが、ランブ負荷試験はその負荷方法の 1 つで、直線的漸増負荷法である。定常状態を作らずに負荷量を直線的に増加させる負荷試験で、主に自転車エルゴメータが用いられる。嫌気性代謝閾値を求めるための心肺運動負荷試験などに用いられる。

レジスタンストレーニング (筋力トレーニング)

レジスタンストレーニングとは骨格筋に抵抗を与え、その抵抗下に筋収縮を行うことにより筋力を増強する方法である。トレーニングの筋収縮方法には等尺性、等張性および等速性収縮があるが、これらの違いによる筋力増強効果には差は認められない。トレーニングの結果、早期には筋運動単位の増加により、後期には筋線維の肥大により筋力が増強する。心疾患患者にはリスクがあるとされていたが、近年安全に施行できることが証明されつつある。

ABC

ACC/AHA

ACC は American College of Cardiology, AHA は American Heart Association の略で、アメリカを代表する循環器関係の 2 つの学会名の略。しばしば合同で循環器疾患診療のためのガイドラインを作成している。

AHCPR (米国医療政策研究局)

AHCPR = Agency for Health Care Policy and Research の略称。現在は AHRQ (Agency for Health care Research and Quality) と改称されているが、米国 Department of Health and Human Services に属する政府機関で、1992 年から 1996 年にかけて 19 のエビデンスに基づいた診療ガイドラインを刊行している。

AT 処方

嫌気性代謝閾値 (AT) の最も重要な生理学的意義は、

AT 以下の運動強度では、血中ノルエピネフリンは上昇せず、呼吸・循環動態は定常状態に達して 30 分以上にわたり運動を継続することが可能なことである。このことから、AT 近傍の運動強度が心疾患患者にとって安全であると考えられ、AT を目安とした運動強度が処方される。心肺運動負荷試験を行って AT を求め、その時の心拍数の近傍を処方、あるいは AT は自覚的運動強度 (Borg 指数) の「ややきつい」に対応することから、Borg 指数の 12~14 が AT 処方として用いられる。

BNP (brain natriuretic peptide)

強力なナトリウム利尿、血管平滑筋弛緩作用をもつ内因性降圧利尿物質で、はじめ心房で合成分泌される ANP (atrial natriuretic peptide)、次いで脳から同様の作用をもつ BNP と CNP (C-type natriuretic peptide) が分離された。これらはいずれも血管に対する作用と中枢神経系への作用を有する。ANP は心房筋細胞の伸展に反応して分泌されるのに対し、BNP は主に心室で分泌され、心室負荷の増加に反応して産生分泌も増加する。このため、BNP は心不全の重症度を表すマーカーとして臨床的に使われるようになった。特に慢性心不全の運動療法に際して、心臓への過負荷を知る上で重要である。

Borg 指数

自覚的運動強度を参照。

BMI (body mass index: 体格指数)

身長と体重から計算される肥満を示す指標。体重 (kg) ÷ 身長 (m)² で示される。22 がもっとも長命であるというデータがあり、25 以上を肥満として基準範囲 20~24 を体重管理の目標とする。

Karvonen 式

運動強度設定のために、心拍数を指標 (目標心拍数) として算出する方法。最大心拍数ないし予測最大心拍数から安静立位の心拍数を減じ、その差に 0.5~0.85 の適切な係数を乗じて算出した心拍数に安静立位心拍数に加えて目標心拍数とする。例えば、最大心拍数が 180/分、安静時心拍数が 80/分、係数として 0.6 を処方した場合、

$$\begin{aligned} \text{目標心拍数} &= [\text{最大心拍数} - \text{安静時心拍数}] \times 0.6 + \\ &\quad \text{安静時心拍数} \\ &= [180 - 80] \times 0.6 + 80 = 140/\text{分} \end{aligned}$$

となる。

METs (metabolic equivalents)

年齢 40 歳、体重 70 kg の男性の安静座位における酸素消費量 (3.5 ml/分/kg) を 1MET とした場合の相対的運動強度である。体力が劣っている例では同一 METs の運動強度であっても負担は大きく、また心機能低下例では運動強度の増加に対して酸素摂取量の増加が健常者に比べて少ない傾向がみられる。

QOL (生活の質)

QOL (Quality of Life) は我が国では「生命の質」とか「生活の質」と訳されている。これを漠然と理解することは可能であるが、明確な概念・定義に関してはコンセンサスは得られていない。QOL をスコア化して定量的に把握しようとする試みがなされ、多くの QOL 質問票が提唱されている。最近では、QOL は医療の質を評価する上での重要なアウトカム指標として位置づけられている。

SF-36

Medical Outcome Study Short Form 36-Item Health Survey の略であるが、主観的な健康度・日常生活機能を構成する最も基本的な要素を測定するアウトカム指標として、近年欧米のみならず我が国においても、その有用性が評価されている。SF-36 は身体機能、心の健康、日常役割機能 (身体および精神)、体の痛み、全体的健康観、活力、社会生活機能の 8 つの下位尺度からなる健康関連 QOL 調査票であり、日本語にも翻訳されて日本人における標準値が得られている。

\dot{V}_E - $\dot{V}CO_2$ slope

二酸化炭素排出量の変化に対する分時換気量の変化。X 軸に二酸化炭素排出量、Y 軸に分時換気量を取り、ランブ負荷中のデータをプロットしたときにできる直線の傾き。通常、35 程度が正常上限で、運動中の心拍出量増加不良による死腔換気量の増加に伴い、この指標は高値となる。息切れなどの自覚症状と関係し、生命予後判定にも有用とされる。

文 献

1. AHCPR/NIHLB: Clinical Practice Guideline "Cardiac Rehabilitation", 「心臓リハビリテーション」(日本心臓リハビリテーション学会監訳), トーアエイヨー(株)(協和企画), 東京, 1996 (クラス C)
2. 日本循環器学会学術委員会ガイドライン: 虚血性心疾患の一次予防ガイドライン (北畠顕委員長), Jpn Circ J 65 (Suppl V): 999-1065, 2001 (クラス C)
3. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al: Exercise standards for testing and training; a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694-1740 (クラス C)
4. アメリカスポーツ医学会編 (日本体力医学会体力科学編集委員会監訳): 運動処方指針 - 運動負荷試験と運動プログラム (原著第 6 版), 南江堂, 2001.12 (クラス C)
5. Agency for Health Care Policy and Research and the National Heart, Lung, and Blood Institute: "Cardiac Rehabilitation", AHCPR Publication No.96-0672, 1995 (クラス C)
6. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, et al: Randomized controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation* 1999; 99: 1173-1182 (クラス A)
7. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, et al: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 1988; 260: 945-950 (クラス A)
8. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, et al: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 1989; 80: 234-244 (クラス A)
9. European Heart Failure Training Group: Experience from controlled trials of physical training in chronic heart failure. Protocol and patient factors in effectiveness in the improvement in exercise tolerance. European Heart Failure Training Group. *Eur Heart J* 1998; 19: 466-475 (クラス B)
10. Giannuzzi P, Tavazzi L, Temporelli PL, et al: Long-term physical training and left ventricular remodeling after anterior myocardial infarction: results of the Exercise in Anterior Myocardial Infarction (EAMI) trial. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1821-1829 (クラス A)
11. Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U, et al: Attenuation of unfavorable remodeling by exercise training in postinfarction patients with left ventricular dysfunction: results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction (ELVD) trial. *Circulation* 1997; 96: 1790-1797. (クラス A)
12. Hambrecht R, Gielen S, Linke A, et al: Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure. A randomized trial *JAMA* 2000; 283: 3095-3101 (クラス A)
13. Williams MA, Maresh CM, Esterbrooks DJ, et al: Early exercise training in patients older than age 65 years compared with that in younger patients after acute myocardial infarction or coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1985; 55: 263-266 (クラス B)
14. Meyer K, Gornandt L, Schwaibold M, et al: Predictors of response to exercise training in severe chronic congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1997; 80: 56-60 (クラス B)
15. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR: Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. *Circulation* 1988; 78: 506-515 (クラス A)
16. Detry JMR, Rousseau M, Vandenbroucke G, et al: Increased arteriovenous oxygen difference after physical training in coronary heart disease. *Circulation* 1971; 44: 109-118 (クラス B)
17. Froelicher V, Jensen D, Genter F, et al: A randomized trial of exercise training in patients with coronary heart disease. *JAMA* 1984; 252: 1291-1297 (クラス A)
18. Schuler G, Hambrecht R, Schlierf G, et al: Myocardial perfusion and regression of coronary artery disease in patients on a regimen of intensive physical exercise and low fat diet. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 34-42 (クラス A)
19. Ornish D, Scherwitz LW, Billings JH, et al.: Intensive lifestyle changes for reversal of coronary heart disease. *JAMA* 1998; 280: 2001-2007 (クラス A)
20. Haskell WL, Alderman EL, Fair JM, et al: Effects of intensive multiple risk factor reduction on coronary atherosclerosis and clinical cardiac events in men and women with coronary artery disease. The Stanford Coronary Risk Intervention Project (SCRIP). *Circulation* 1994; 89: 975-990 (クラス A)
21. 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: 2534-2541 (クラス A)
22. Ehsani AA, Heath GW, Hagberg JM, et al: Effects of 12 months of intense exercise training on ischemic ST-segment depression in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1981; 64: 1116-1124 (クラス B)
23. 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: 454-460 (クラス A)
24. Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR: Exercise training in patients with chronic heart failure delays ventilatory anaerobic threshold and improves submaximal exercise performance. *Circulation* 1989; 79: 324-329 (クラス A)
25. Kiilavuori K, Sovijarvi A, Naveri H, et al: Effect of physical training on exercise capacity and gas exchange in patients with chronic heart failure. *Chest* 1996; 110: 985-991. (クラス A)
26. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, et al: Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease: A randomized, controlled study. *Circulation* 2000; 102: 2588-2592. (クラス A)
27. Hambrecht R, Fiehn E, Weigl C, et al: Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise

- capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998; 98: 2709-2715 (クラス A)
- 28 . Piepoli M, Clark AL, Volterrani M, et al: Contribution of muscle afferents to the hemodynamic, autonomic, and ventilatory responses to exercise in patients with chronic heart failure: effects of physical training. *Circulation* 1996; 93: 940-952 (クラス A)
- 29 . Mancini DM, Henson D, La Manca J, et al: Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation* 1995; 91: 320-329. (クラス A)
- 30 . Kingwell BA: Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise: effects of training in health and cardiovascular disease. *FASEB J* 2000; 14: 1685-1696 (クラス C)
- 31 . Sullivan MJ, Green HJ, Cobb FR: Skeletal muscle biochemistry and histology in ambulatory patients with long-term heart failure. *Circulation* 1990; 81: 518-27 (クラス B)
- 32 . Hambrecht R, Fiehn E, Yu J, et al: Effects of endurance training on mitochondrial ultrastructure and fiber type distribution in skeletal muscle of patients with stable chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1067-1073 (クラス A)
- 33 . Wang JS, Jen CJ, Chen HI: Effects of exercise training and deconditioning on platelet function in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 1995; 15: 1668-1674 (クラス A)
- 34 . Suzuki T, Yamauchi K, Yamada Y, et al: Blood coagulability and fibrinolytic activity before and after physical training during the recovery phase of acute myocardial infarction. *Clin Cardiol* 1992; 15: 358-364. (クラス A)
- 35 . Levine S, Croog SH: Quality of life and the patient's response to treatment. *J Cardiovasc Pharmacol* 1985; 7(Suppl 1): S132-136 (クラス C)
- 36 . Gilson BS, Gilson JS, Bergner M, et al: The sickness impact profile. Development of an outcome measure of health care. *Am J Public Health* 1975; 65: 1304-1310 (クラス C)
- 37 . Chambers LW, Macdonald LA, et al: The McMaster Health Index Questionnaire as a measure of quality of life for patients with rheumatoid disease. *J Rheumatol* 1982; 9: 780-784 (クラス C)
- 38 . Hunt SM, McKenna SP, McEwen J, et al: A quantitative approach to perceived health status: a validation study. *J Epidemiol Community Health* 1980; 34: 281-286 (クラス C)
- 39 . 萱場一則, 長嶋紀一, 齋藤宗靖, 他: 循環器病治療における Quality of Life 評価法の開発. *日循協雑誌* 25: 89-96, 1990 (クラス C)
- 40 . Ware JE Jr, Sherbourne CD: The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). Conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30: 473-483 (クラス C)
- 41 . 福原俊一: MOS Short-Form 36-Item Health Survey: 新しい患者立脚型健康指標. *厚生の指標* 46(4): 40-45, 1999 (クラス C)
- 42 . Bengtsson K: Rehabilitation after myocardial infarction. A controlled study. *Scand J Rehabil Med* 1983; 15: 1-9 (クラス A)
- 43 . Stern MJ, Gorman PA, Kaslow L: The group counseling v exercise therapy study. A controlled intervention with subjects following myocardial infarction. *Arch Intern Med* 1983; 143: 1719-1725 (クラス A)
- 44 . Ott CR, Sivarajan ES, Newton KM, et al: A controlled randomized study of early cardiac rehabilitation: the Sickness Impact Profile as an assessment tool. *Heart Lung* 1983; 12: 162-170 (クラス A)
- 45 . Taylor CB, Houston-Miller N, Ahn DK, et al: The effects of exercise training programs on psychosocial improvement in uncomplicated postmyocardial infarction patients. *J Psychosom Res* 1986; 30: 581-587 (クラス A)
- 46 . Newton M, Mutrie N, McArthur JD: The effects of exercise in a coronary rehabilitation program. *Scott Med J* 1991; 36: 38-41 (クラス A)
- 47 . Gulanic M: Is phase 2 cardiac rehabilitation necessary for early recovery of patients with cardiac disease? A randomized, controlled study. *Heart Lung* 1991; 20: 9-15 (クラス A)
- 48 . Oldridge N, Guyatt G, Jones N, et al: Effects of quality of life with comprehensive rehabilitation after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1991; 67: 1084-1089 (クラス A)
- 49 . Engblom E, Korpilahti K, Hamalainen H, et al: Quality of life and return to work 5 years after coronary artery bypass surgery. Long-term results of cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 17: 29-36 (クラス A)
- 50 . Oldridge N, Gottlieb M, Guyatt G, et al: Predictors of health-related quality of life with cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 95-103 (クラス A)
- 51 . Stahle A, Mattsson E, Ryden L, et al: Improved physical fitness and quality of life following training of elderly patients after acute coronary events. A 1 year follow-up randomized controlled study. *Eur Heart J* 1999; 20: 1475-1484 (クラス A)
- 52 . Dugmore LD, Tipson RJ, Phillips MH, et al: Changes in cardiorespiratory fitness, psychological wellbeing, quality of life, and vocational status following a 12 month cardiac exercise rehabilitation program. *Heart* 1999; 81: 359-366 (クラス A)
- 53 . Linden W, Stossel C, Maurice J: Psychosocial interventions for patients with coronary artery disease: a meta-analysis. *Arch Intern Med* 1996; 156: 745-752 (クラス A)
- 54 . Worcester MC, Hare DL, Oliver RG, et al: Early programs of high and low intensity exercise and quality of life after acute myocardial infarction. *Br Med J.* 1993; 307: 1244-1247 (クラス A)
- 55 . Beniamini Y, Rubenstein JJ, Zaichkowsky LD, et al: Effects of high intensity strength training on quality-of-life parameters in cardiac rehabilitation patients. *Am J Cardiol* 1997; 80: 841-846 (クラス B)
- 56 . Erdman RA, Duivenvoorden HJ, Verhage F, et al: [Cardiac rehabilitation: a 5-year follow-up study of mental functioning, work resumption, smoking habits and sports activities] *Ned Tijdschr Geneesk.* 1984; 128: 846-851 (Dutch.) (クラス A)
- 57 . Morrin L, Black S, Reid R: Impact of duration in a cardiac rehabilitation program on coronary risk profile and health-related quality of Life outcomes. *J Cardiopulm Rehabil* 2000; 20: 115-121 (クラス B)
- 58 . Nieuwland W, Berkhuisen MA, van Veldhuisen DJ, et al: Differential effects of high-frequency versus low frequency

- exercise training in rehabilitation of patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 202-207 (クラス A)
59. Ben-Ari E, Kellerman JJ, Fisman EZ, et al: Benefits of long-term physical training in patients after coronary artery bypass grafting—a 58-month follow-up and comparison with a nontrained group. *J Cardiopul Rehabil* 1986; 6: 165-70 (クラス B)
60. Berkhuisen MA, Nieuwland W, Buunk BP, et al: Effect of high-versus low-frequency exercise training in multidisciplinary cardiac rehabilitation on health related quality of life. *J Cardiopulm Rehabil* 1999; 19: 22-28 (クラス A)
61. Taylor R, Kirby B, Burdon D, et al: The assessment of recovery in patients after myocardial infarction using three generic quality of life measures. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 139-144 (, クラス B)
62. 齋藤宗靖: 循環器疾患患者の QOL . *Current Topics in Cardiol* 6: 2-13, 1994 (クラス C)
63. 仲田郁子, 大村延博, 小林欣夫, 他: 心臓リハビリテーションと Quality of Life (QOL) - 運動療法による QOL スコアの推移の検討 . *診療と新薬* 1992; 29: 655-659 (クラス B)
64. Fujiwara M, Asakuma S, Iwasaki T: [Long-term effects of non-supervised home exercise therapy on quality of life in patients with myocardial infarction.] *J Cardiol* 2000; 36: 213-219 (クラス B)
65. Yoshida T, Yoshida K, Yamamoto C, et al: Effects of a two-week, hospitalized phase II cardiac rehabilitation program on physical capacity, lipid profiles and psychological variables in patients with acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 2001; 65: 87-93 (クラス B)
66. 鈴木祥司, 高木洋, 桜木悟, 他: 運動耐容能低下を示す急性心筋梗塞症回復期患者の Quality of Life (QOL) に対する心臓リハビリテーションの効果 . *心臓リハビリテーション* 6: 20-23, 2001 (クラス B)
67. 井澤和夫, 山田純生, 岡浩一朗, 他: 心臓リハビリテーションの成果としての健康関連 QOL の評価 ; SF-36 日本語版の応用 . *心臓リハビリテーション* 6: 24-28, 2001 (クラス B)
68. Wielenga RP, Huisveld IA, Bol E, et al: Safety and effects of physical training in chronic heart failure. Results of the Chronic Heart Failure and Graded Exercise Study (CHANGE). *Eur Heart J* 1999; 20: 872-879 (クラス A)
69. Rector TS, Kubo SH, Cohn JN: Patients' self-assessment of their congestive heart failure: Content, reliability, and validity of a new measure, the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Heart Failure* 1997; 3: 198-209,
70. May GS, Eberlein KA, Furberg CD, et al: Secondary prevention after myocardial infarction: a review of long-term trials. *Prog Cardiovasc Dis* 1982; 24: 331-352 (クラス A)
71. Merz CN, Rozanski A, Forrester JS: The Secondary Prevention of coronary artery disease. *Am J Med.* 1997; 102: 572-581 (クラス C)
72. McKenna KT, Maas F, McEnery PT: Coronary risk factor status after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Heart Lung*, 1995; 24: 207-212 (クラス B)
73. Inoue H, Zipes DP: Results of sympathetic denervation in the canine heart: supersensitivity that may be arrhythmogenic. *Circulation.* 1987; 75: 877-887 (ランク B)
74. Kolman BS, Verrier RL, Lown B: The effect of vagus nerve stimulation upon vulnerability of the canine ventricle: role of sympathetic-parasympathetic interactions. *Circulation.* 1975; 52: 578-585 (ランク B)
75. Leitch JW, Newling RP, Basta M, et al: Randomized trial of a hospital-based exercise training program after acute myocardial infarction: cardiac autonomic effects. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1263-1268 (クラス A)
76. Malfatto G, Facchini M, Sala L, et al: Effects of cardiac rehabilitation and beta-blocker therapy on heart rate variability after first acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1998; 81: 834-840 (クラス B)
77. Linxue L, Nohara R, Makita S, et al: Effect of long-term exercise training on regional myocardial perfusion changes in patients with coronary artery disease. *Jpn Circ J* 1999; 63: 73-78 (クラス A)
78. Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M: Physical activity and mortality in older men with diagnosed coronary heart disease. *Circulation.* 2000; 102: 1258-1363 (クラス A)
79. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会: 高血圧治療ガイドライン 2000 年版 (クラス C)
80. Balady GJ, Fletcher BJ, Froelicher ES, et al: Cardiac Rehabilitation Programs. Scientific statement. *Circulation* 1994; 90: 1602-1610 (クラス C)
81. Wallner S, Watzinger N, Lindschinger M, et al: Effects of intensified lifestyle modification on the need for further revascularization after coronary angioplasty. *Eur J Clin Invest.* 1999; 29: 372-379 (クラス A)
82. Kiyonaga A, Arakawa K, Tanaka H, et al: Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension* 1985; 7: 125-131 (クラス B)
83. Arakawa K: Antihypertensive mechanism of exercise. *J Hypertens* 1993; 11: 223-229 (クラス C)
84. Agata J, Masuda A, Higashiura K, et al: High plasma immunoreactive leptin level in essential hypertension. *Am J Hypertens* 1997; 10: 1171-1174 (クラス B)
85. Scandinavian Simvastatin Survival Study Group: Randomised trial of cholesterol lowering in 4444 patients with coronary heart disease: the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S) *Lancet* 1994; 344: 1383-1389
86. Lisspers J, Sundin O, Hofman-Bang C, et al: Behavioral effects of a comprehensive, multifactorial program for lifestyle change after percutaneous transluminal coronary angioplasty: a prospective, randomized controlled study. *J Psychosom Res* 1999; 46: 143-154 (クラス A)
87. Warner JG Jr, Brubaker PH, Zhu Y, et al: Long-term(5-year) changes in HDL cholesterol in cardiac rehabilitation patients. Do sex differences exist? *Circulation.* 1995; 92: 773-777 (クラス B)
88. 山本明子, 田辺一彦, 鮫島久紀, 他: 心筋梗塞発症 6 カ月目までの AT レベル運動療法の血清脂質への影響 . *日本心臓リハビリテーション学会誌*, 1998; 3: 145-149 (クラス B)
89. 久保田有紀子, 小笠原定雅, 西川和子, 他: 低 HDL コ

- レステロール血症を伴った虚血性心疾患における歩行運動の効果, 日本心臓リハビリテーション学会誌, 1997; 2: 76-80 (クラス B)
90. Cannon CE, Smith SC Jr: Current therapies for secondary prevention after myocardial infarction. *Curr Opin Cardiol* 1999; 14: 155-160 (クラス C)
91. Ryan TJ, Anderson JL, Antman EM, et al: 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.(committee on Management of Acute Myocardial Infarction) *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1328-1428 (クラス C)
92. Taylor AE, Johnson DC, Kazemi H: Environmental tobacco smoke and cardiovascular disease. A position paper from the Council on Cardiopulmonary and Critical Care, American Heart Association, *Circulation*. 1992; 86: 699-702 (クラス C)
93. Jolly K, Bradley F, Sharp S, et al: Randomized controlled trial of follow up care in general practice of patients with myocardial infarction and angina: final results of the Southampton heart integrated care project(SHIP). the SHIP Collaborative Group. *Br Med J* 1999; 318: 706-711 (クラス A)
94. Hofman-Bang C, Lisspers J, Nordlander R, et al: Two-year results of a controlled study of residential rehabilitation for patients treated with percutaneous transluminal coronary angioplasty. A randomized study of a multifunctional program. *Eur Heart J* 1999; 20: 1465-1474 (クラス A)
95. Dorn J, Naughton J, Imamura D, et al: Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the national Exercise and Heart Disease Project (NEHDP). *Circulation* 1999; 100: 1764-1769 (クラス A)
96. Kannel WB, Belanger A, D'Agostino R, et al: Physical activity and physical demand on the job and risk of cardiovascular disease and death: the Framingham Study. *Am Heart J* 1986; 112: 820-825 (クラス A)
97. Berlin JA, Colditz GA: A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am J Epidemiol* 1990; 132: 612-628 (クラス A)
98. Aizawa-Abe M, Ogawa Y, Masuzaki H, et al: Pathophysiological role of leptin in obesity-related hypertension. *J Clin Invest* 2000; 105: 1243-1252 (クラス B)
99. Belardinelli R, Paolini I, Cianci G, et al: Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 1891-1900 (クラス A)
100. Lavie CJ, Milani RV: Effects of cardiac rehabilitation, exercise training, and weight reduction on exercise capacity, coronary risk factors, behavioral characteristics, and quality of life in obese coronary patients. *Am J Cardiol* 1997; 79: 397-401 (クラス B)
101. Milani RV, Lavie CJ: The effects of body composition changes to observed improvements in cardiopulmonary parameters after exercise training with cardiac rehabilitation. *Chest* 1998; 113: 599-601 (クラス B)
102. The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) Research Group: Effect of intensive diabetes management on macrovascular events and risk factors in the Diabetes Control and Complications Trial. *Am J Cardiol* 1995; 75: 894-903 (クラス A)
103. Sacks FM, Pfeffer MA, Moye LA, et al: The effect of pravastatin on coronary events after myocardial infarction in patients with average cholesterol levels. Cholesterol and Recurrent Events Trial investigators. *N Engl J Med* 1996; 335: 1001-1009 (クラス A)
104. Pyorala K, Pedersen TR, Kjekshus J, et al: Cholesterol lowering with simvastatin improves prognosis of diabetic patients with coronary heart disease. A subgroup analysis of the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Diabetes Care*. 1997; 20: 614-620 (クラス A)
105. 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 (クラス B)
106. 厚生省大臣官房局統計情報部編集: 平成 11 年度国民医療費, 厚生統計協会, 2000
107. 厚生省大臣官房局統計情報部編集: 平成 11 年(6 月審査分) 社会医療診療行為別調査報告, 厚生統計協会, 2000
108. 厚生省大臣官房局統計情報部編集: 平成 8 年患者調査, 厚生統計協会, 1999
109. Oldridge N, Furlong W, Feeny D, et al: Economic evaluation of cardiac rehabilitation soon after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1993; 72: 154-161 (クラス A)
110. Ades PA, Pashkow FJ, Nestor JR: Cost-effectiveness of cardiac rehabilitation after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 17: 222-231 (クラス A)
111. Georgiou D, Chen Y, Appadoo S, et al: Cost-effectiveness analysis of long-term moderate exercise training in chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2001; 87: 984-988 (クラス A)
112. Levin LA, Perk J, Hedback B: Cardiac rehabilitation-a cost analysis. *J Intern Med* 1991; 230: 427-434. (クラス B)
113. Ades PA, Huang D, Weaver SO: Cardiac rehabilitation participation predicts lower rehospitalization costs. *Am Heart J* 1992; 123: 916-921 (クラス B)
114. Bondestam E, Breikss A, Hartford M: Effects of early rehabilitation on consumption of medical care during the first year after acute myocardial infarction in patients > or = 65years of age. *Am J Cardiol* 1995; 75: 767-771 (クラス B)
115. Byl N, Reed P, Franklin B: Cost of Phase cardiac rehabilitation: implications regarding ECG-monitoring practice. *Circulation* 1988; 78(Suppl): 36 (クラス C)
116. Horgan J, Bethell H, Carson P, et al: Working party report on cardiac rehabilitation. *Br Heart J* 1992; 67: 412-418 (クラス C)
117. 村山正博, 山田純生, 黒沢保寿: 心臓リハビリテーションの費用・効果分析, 厚生省循環器病委託研究 5 公 - 3, 循環器疾患のリハビリテーションに関する研究報告書(班長, 斎藤宗靖), 1996; p46 - 51 (クラス B)
118. 原田亜紀子, 川久保清, 李廷秀, 他: 高血圧患者に対する運動療法の費用と効果に関する検討. *日公衛誌* 2001; 48: 753-763
119. Kupersmith J, Holmes-Rovner M, Hogan A, et al: Cost-effectiveness analysis in heart disease, Part : Preventive therapies. *Prog Cardiovasc Dis*. 1995; 37: 243-271. (クラス C)

- 120 . Kupersmith J, Holmes-Rovner M, Hogan A, et al: Cost-effectiveness analysis in heart disease, Part : Ischemia, congestive heart failure, and arrhythmias. *Prog Cardiovasc Dis* 1995; 37: 307-346. (クラス C)
- 121 . Taylor R, Kirby B: Cost implications of cardiac rehabilitation in older patients. *Coron Artery Dis* 1999; 10: 53-56 (クラス C)
- 122 . Oldridge NB: Comprehensive cardiac rehabilitation: is it cost-effective? *Eur Heart J* 1998; 19 (Suppl O) : O42-O50 (クラス C)
- 123 . Oldridge NB: Cardiac rehabilitation and risk factor management after myocardial infarction. *Clinical and economic evaluation. Wien Klin Wochenschr Suppl* 1997; 2: 6-16 (クラス C)
- 124 . Taylor R, Kirby B: The evidence base for the cost effectiveness of cardiac rehabilitation. *Heart*. 1997; 78: 5-6 (クラス C)
- 125 . 川久保清 : 心臓リハビリテーションの費用・効果分析 . *Heart view*; 3(8): 846-850 (クラス C)
- 126 . 循環器病の診断と治療に関するガイドライン「虚血性心疾患の一次予防ガイドライン」, *Jpn Circ J* 65 (Suppl V), 999-1065, 2001 (クラス C)
- 127 . 運動療法処方せん作成マニュアル 日本医師会雑誌 116 (3) 付録, 1996 (クラス C)
- 128 . American College of Sports Medicine: Major Signs and Symptoms Suggestive of Cardiovascular and Pulmonary Disease. In *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6th ed. 2000, (クラス C)
- 129 . Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al: ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology /American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 260-311 (クラス C)
- 130 . Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology: Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients; .*Eur Heart J* 2001; 22: 125-135 (クラス C)
- 131 . Concise Guide to the Management of Heart Failure-World Health Organization/Council on Geriatric Cardiology Task Force on Heart Failure Education. *Am J Geriatr Cardiol*. 1996; 5: 13-30 (クラス C)
- 132 . Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, et al: AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association, Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828-833 (クラス C)
- 133 . Shephard RJ, Balady GJ: Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999; 99: 963-972 (クラス C)
- 134 . Fletcher GF, Balady GJ, Froelicher VF, et al: Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation*. 1995; 91: 580-615 (クラス C)
- 135 . 伊東春樹 : AT を基準とした運動療法 呼吸と循環 1992; 40: 1173-1182
- 136 . Borg GA: Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev* 1974; 2: 131-153
- 137 . 上嶋健治, 齋藤宗靖, 下原篤司, 他 : 運動時自覚症状の半定量的評価法の検討 日本臨床生理学会雑誌 1988; 16: 111-115
- 138 . Riley M, Maehara K, Porszasz J, et al: Association between the anaerobic threshold and the break-point in the double product/work rate relationship. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997; 75: 14-21.
- 139 . American College of Sports Medicine Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991 (クラス C)
- 140 . Feigenbaum MS, Pollock ML: Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 38-45. (クラス C)
- 141 . Haskell WL: Cardiovascular complications during exercise training of cardiac patients. *Circulation* 1978; 57: 920-924
- 142 . Myers J, Ahnve S, Froelicher V, et al: A randomized trial of the effects of 1 year of exercise training on computer-measured ST segment displacement in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1094-1102 (クラス B)
- 143 . Wenger NK, Froelicher ES, Smith LK, et al: Cardiac rehabilitation as secondary prevention. Agency for Health Care Policy and Research and National Heart, Lung, and Blood Institute. *Clin Pract Guidel Quick Ref Guide Line* 1995; (17): 1-23
- 144 . 厚生省循環器病委託研究 5 公-3「循環器疾患のリハビリテーションに関する研究」班 (班長 : 齋藤宗靖) : 「循環器疾患のリハビリテーションに関するガイドライン」(1994 年 ~ 1996 年度報告), 1996 (クラス C)
- 145 . 日本循環器学会 1998-1999 年度合同研究班 : 循環器病の診断と治療に関するガイドライン : 心筋梗塞二次予防に関するガイドライン (班長 : 木之下正彦). *Jpn Circ J* 2000; 64(Suppl) : 1081-1127 (クラス C)
- 146 . Hamalainen H, Luurila OJ, Kallio V, et al: Reduction in sudden deaths and coronary mortality in myocardial infarction patients after rehabilitation. 15 year follow-up study. *Eur Heart J* 1995; 16: 1839-1844 (クラス A)
- 147 . Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, et al: Statement on exercise. Benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart association. *Circulation* 1992; 86: 340-344 (クラス C)
- 148 . Williams MA, Fleg JL, Ades PA, et al : Secondary prevention of coronary heart disease in the elderly (with emphasis on patients > or =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: 1735-43 (クラス C)
- 149 . Dubach P, Myers J, Dziekan G, et al: Effect of high intensity exercise training on central hemodynamic responses to exercise in men with reduced left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*

- 1997; 29: 1591-1598 (クラス A)
- 150 . Cottin Y, Walker P, Rouhier-Marcet I, et al: Relationship between increased peak oxygen uptake and modifications in skeletal muscle metabolism following rehabilitation after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1996; 16: 169-174 (クラス B)
- 151 . Stahle A, Nordlander R, Bergfeldt L: Aerobic group training improves exercise capacity and heart rate variability in elderly patients with a recent coronary event. A randomized controlled study. *Eur Heart J* 1999; 20: 1638-1646 (クラス A)
- 152 . Fujimoto S, Uemura S, Tomoda Y, et al: Effects of exercise training on the heart rate variability and QT dispersion of patients with acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 1999; 63: 577-582 (クラス B)
- 153 . Fujimoto S, Uemura S, Tomoda Y, et al: Effects of physical training on autonomic nerve activity in patients with acute myocardial infarction. *J Cardiol* 1997; 29: 85-93 (クラス A)
- 154 . Agostini D, Lecluse E, Belin A, et al: Impact of exercise rehabilitation on cardiac neuronal function in heart failure: an iodine-123 metaiodobenzylguanidine scintigraphy study. *Eur J Nucl Med* 1998; 25: 235-241 (クラス B)
- 155 . Lavie CJ, Milani RV: Effects of cardiac rehabilitation and exercise training programs on coronary patients with high levels of hostility. *Mayo Clin Proc* 1999; 74: 959-966 (クラス A)
- 156 . Black JL, Allison TG, Williams DE, et al: Effect of intervention for psychological distress on rehospitalization rates in cardiac rehabilitation patients. *Psychosomatics* 1998; 39: 134-143 (クラス B)
- 157 . Jones DA, West RR: Psychological rehabilitation after myocardial infarction: multicenter randomised controlled trial. *Br Med J* 1996; 313: 1517-1521 (クラス B)
- 158 . McKelvie RS, Teo KK, McCartney N, et al: Effects of exercise training in patients with congestive heart failure: a critical review. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 789-796 (クラス C)
- 159 . Cannistra LB, Davidoff R, Picard MH, et al: Moderate-high intensity exercise training after myocardial infarction: effect on left ventricular remodeling. *J Cardiopulm Rehabil* 1999; 19: 373-380 (クラス B)
- 160 . Dubach P, Myers J, Dziekan G, et al: Effect of exercise training on myocardial remodeling in patients with reduced left ventricular function after myocardial infarction: application of magnetic resonance imaging. *Circulation* 1997; 95: 2060-2067 (クラス A)
- 161 . Wilson JR, Groves J, Rayos G: Circulatory status and response to cardiac rehabilitation in patients with heart failure. *Circulation* 1996; 94: 1567-1572 (クラス B)
- 162 . Belardinelli R, Georgiou D, Purcaro A: Low dose dobutamine echocardiography predicts improvement in functional capacity after exercise training in patients with ischemic cardiomyopathy: prognostic implication. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1027-1034 (クラス B)
- 163 . Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al (Committee on Exercise Testing): ACC/AHA guidelines for exercise testing. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 260-315 (クラス C)
- 164 . Beniamini Y, Rubenstein JJ, Faigenbaum AD, et al: High intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil* 1999; 19: 8-17 (クラス A)
- 165 . Adachi H, Koike A, Obayashi T, et al: Does appropriate endurance exercise training improve cardiac function in patients with prior myocardial infarction? *Eur Heart J* 1996; 17: 1511-1521 (クラス A)
- 166 . Fragnoli-Munn K, Savage PD, Ades PA: Combined resistive-aerobic training in older patients with coronary artery disease early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 416-420 (クラス B)
- 167 . Carlson JJ, Johnson JA, Franklin BA, et al: Program participation, exercise adherence, cardiovascular outcomes, and program cost of traditional versus modified cardiac rehabilitation. *Am J Cardiol* 2000; 86: 17-23 (クラス A)
- 168 . Kamata H, Ueshima K, Hashimoto K, et al: [Semi-supervised exercise using a step machine at home after myocardial infarction.] *J Cardiol* 1997; 29: 23-28 (クラス B)
- 169 . Pavia L, Orlando G, Myers J, et al: The effect of beta-blockade therapy on the response to exercise training in postmyocardial infarction patients. *Clin Cardiol* 1995; 18: 716-720 (クラス B)
- 170 . 脇昌子, 原泰志, 佐藤徹, 他: 急性心筋梗塞回復期運動療法による運動耐容能改善度と体組成変化に関する検討. *心臓* 1998; 30(suppl3): 26-28 (クラス B)
- 171 . Stewart KJ, McFarland LD, Weinhofer JJ, et al: Safety and efficacy of weight training soon after acute myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 37-44 (クラス B)
- 172 . Froelicher V, Jensen D, Sullivan M: A randomized trial of the effects of exercise training after coronary artery bypass surgery. *Arch Intern Med* 1985; 145: 689-692 (クラス A)
- 173 . Adachi H, Itoh H, Sakurai S, et al: Short-term physical training improves ventilatory response to exercise after coronary arterial bypass surgery. *Jpn Circ J*, 2001; 65: 419-423 (クラス A)
- 174 . Toyomasu K, Nishiyama Y, Yoshida N, et al: Physical training in patients with valvular heart disease after surgery. *Jpn Circ J*, 1990; 54: 1451-1458 (クラス B)
- 175 . 源田朋夫, 伊東春樹, 山本真千子, 他: 弁置換術後のATを基準とした監視型リハビリテーションの効果 診断と新薬 31(3): 332-337, 1994 (クラス B)
- 176 . Hedback BE, Perk J, Engvall J, et al: Cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting: effects on exercise performance and risk factors. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 1069-1073 (クラス A)
- 177 . Agren B, Olin C, Castenfors J, et al: Improvements of the lipoprotein profile after coronary bypass surgery: additional effects of an exercise training program. *Eur Heart J* 1989; 10: 451-458 (クラス A)
- 178 . Hoad NA, Management after coronary by-pass graft surgery: a rehabilitation course induces life style changes which may improve long term graft survival. *J R Army Med Corps* 1989; 135: 135-138 (クラス B)
- 179 . Wosornu D, Bedford D, Ballantyne D: A comparison of the effects of strength and aerobic exercise training on exercise capacity and lipids after coronary artery bypass surgery. *Eur*

- Heart J 1996; 17: 854-863 (クラス A)
- 180 . Takeyama J, Itoh H, Kato M, et al: Effects of physical training on the recovery of the autonomic nervous activity during exercise after coronary bypass grafting: effects of physical training after CABG. Jpn Circ J 2000; 64: 809-813 (クラス A)
- 181 . Nakai Y, Kataoka Y, Bando M, et al: Effects of physical exercise training on cardiac function and graft patency after coronary artery bypass grafting. J Thorac Cardiovasc Surg 1987; 93: 65-72 (クラス A)
- 182 . Goodman JM, Pallandi DV, Reading JR, et al: Central and peripheral adaptations after 12 weeks of exercise training in post-coronary artery bypass surgery patients. J Cardiopulm Rehabil 1999; 19: 144-150 (クラス B)
- 183 . Foster C, Pollock ML, Anholm JD, et al: Work capacity and left ventricular function during rehabilitation after myocardial revascularization surgery. Circulation 1984; 69: 748-755 (クラス A)
- 184 . 村林泰三, 伊東春樹, 加藤理, 他: 冠動脈バイパス術後患者の運動能の改善経過とその機序に関する検討. 胸部外科 50(6): 450-458, 1997 (クラス A)
- 185 . 久保博, 大島寛, 平井寛則, 他: 大動脈・冠動脈バイパス術後のグラフト開存に対する運動療法の効果 J Cardiology 23(4): 319-27, 1993 (クラス A)
- 186 . 久保博, 大蔵勝弥, 平井寛則, 他: 心臓リハビリテーションのACバイパスグラフト開存への効果 診断と新薬 29(3): 131-136, 1992 (クラス B)
- 187 . Hoad NA, Crawford IC: Rehabilitation after coronary artery by-pass grafting and improved quality of life. Br J Sports Med 1990; 24: 120-122 (クラス B)
- 188 . Kornfeld DS, Heller SS, Frank KA, et al: Psychological and behavioral responses after coronary artery bypass surgery. Circulation 1982; 66: 24-28 (クラス A)
- 189 . Barefoot JC, Helms MJ, Mark DM: Depression and long-term mortality risk in patients with coronary artery disease. Am J Cardiol 1996; 78: 613-617 (クラス A)
- 190 . Frasure-Smith N, Lesperance F, Talajic M: Depression and 18-month prognosis after myocardial infarction. Circulation 1995; 91: 999-1005 (クラス B)
- 191 . Con AH, Linden W, Thompson JM, et al: The psychology of men and women recovering from coronary artery bypass surgery. J Cardiopulm Rehabil 1999; 19: 152-161 (クラス B)
- 192 . Dracup K, Moser DK, Marsden C, et al: Effects of a multidimensional cardiopulmonary rehabilitation program on psychosocial function. Am J Cardiol 1991; 68: 31-34 (クラス A)
- 193 . Saitoh K, Kobayashi N, Ueshima K, et al: [The effects of aerobic training on the emotional response in patients who underwent cardiac surgery.] Kyobu Geka 2000; 53: 742-746 (クラス B)
- 194 . Thomas JJ. Reducing anxiety during phase I cardiac rehabilitation. J Psychosom Res 1995; 39: 295-304 (クラス A)
- 195 . Perk J, Hedback B, Engvall J: Effects of cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting on readmissions, return to work, and physical fitness. A case-control study. Scand J of Soc Med 1990; 18: 45-51 (クラス A)
- 196 . Maiorana AJ, Briffa TG, Goodman C, et al: A controlled trial of circuit weight training on aerobic capacity and myocardial oxygen demand in men after coronary artery bypass surgery. J Cardiopulm Rehabil 1997; 17: 239-247 (クラス A)
- 197 . Haennel RG, Quinney HA, Kappagoda CT: Effects of hydraulic circuit training following coronary artery bypass surgery. Med Sci Sports Exerc 1991; 23: 158-165 (クラス A)
- 198 . Jenkins SC, Soutar SA, Loukota JM, et al: Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary? Thorax 1989; 44: 634-639 (クラス A)
- 199 . 高橋哲也, Sue Jenkins, 安達 仁, 他: 冠動脈バイパス術後に呼吸理学療法は必要か? - 早期呼吸理学療法導入の効果 - 理学療法学 28(2), 31-7, 2001 (クラス B)
- 200 . Dubach P, Litscher K, Kuhn M, et al: Cardiac rehabilitation in Switzerland. Efficacy of the residential approach following bypass surgery. Chest 1993; 103: 611-615 (クラス B)
- 201 . Ohmura N, Nakada I, Fujii M, et al: [Effects and indication of non-supervised home exercise program in patients following coronary bypass surgery and acute myocardial infarction.] Jpn Circ j 1994; 58 Suppl 4: 1351-1355 (クラス A)
- 202 . Stevens R, Hanson P: Comparison of supervised and unsupervised exercise training after coronary bypass surgery. Am J Cardiol 1984; 53: 1524-1528 (クラス A)
- 203 . Beckie T: A supportive-educative telephone program: impact on knowledge and anxiety after coronary artery bypass graft surgery. Heart Lung 1989; 18: 46-55 (クラス A)
- 204 . Dubach P, Myers J, Wagner D et al: Optimal timing of phase II rehabilitation after cardiac surgery. The cardiologist's view. Eur Heart J 1998; 19 Suppl 0: 035-037 (クラス A)
- 205 . 佐藤滋, 鎌田潤也, 上嶋健治, 他: 冠動脈バイパス術前後の運動耐容能の変化に関する検討 理学療法学 26(6): 249-253, 1999 (クラス B)
- 206 . 高原善治, 伏島堅二, 村山博和, 他: A-Cバイパス術後のリハビリテーション. 診断と新薬 29(3): 126-130, 1992 (クラス B)
- 207 . 高橋哲也, 安達 仁, 櫻井繁樹, 他: 心臓リハビリテーション遅延例への理学療法的アプローチ 心臓リハビリテーション 6(1): 62-65, (クラス B)
- 208 . Todd IC, Ballantyne D: Effect of exercise training on the total ischaemic burden: an assessment by 24 hour ambulatory electrocardiographic monitoring. Br Heart J 1992; 68: 560-566 (クラス B)
- 209 . 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: 468-477 (クラス A)
- 210 . 糖尿病治療ガイド編集委員会: 糖尿病治療ガイド2000 (日本糖尿病学会編), 文光堂, 東京, 2000 (, クラス C)
- 211 . Bernstein RD, Ochoa FY, Xu X, et al: Function and production of nitric oxide in the coronary circulation of the conscious dog during exercise. Circ Res. 1996; 79: 840-848 (クラス B)
- 212 . Sebrechts CP, Klein JL, Ahnve S, et al: Myocardial perfusion changes following 1 year of exercise training assessed by thallium-201 circumferential count profiles. Am Heart J. 1986;

- 112: 1217-1226 (クラス A)
- 213 . Schuler G, Schlierf G, Wirth A, et al: Low-fat diet and regular, supervised physical exercise in patients with symptomatic coronary artery disease: reduction of stress-induced myocardial ischemia. *Circulation*. 1988; 77: 172-181 (クラス A)
- 214 . Todd IC, Bradnam MS, Cooke MB, et al: Effects of daily high-intensity exercise on myocardial perfusion in angina pectoris. *Am J Cardiol* 1991; 68: 1593-1599 (クラス A)
- 215 . Gould KL, Ornish P, Scherwitz L, et al: Changes in myocardial perfusion abnormalities by positron emission tomography after long-term, intense risk factor modification. *JAMA* 1995; 274: 894-901 (クラス A)
- 216 . Uren NG, Crake T, Lefroy DC, et al: Reduced coronary vasodilator function in infarcted and normal myocardium after myocardial infarction. *N Engl J Med* 1994; 331: 222-227 (クラス B)
- 217 . 羽田龍彦, 玉井秀夫, 武田晋作, 他: スtent治療後の運動療法, 日本心臓リハビリテーション学会誌, 2000; 6: 66-70 (クラス A)
- 218 . Kubo H, Yano K, Hirai H, et al: Preventive effect of exercise training on recurrent stenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). *Jpn Circ J*. 1992; 56: 413-421 (クラス A)
- 219 . Austin GE, Ratliff NB, Hollman J, et al: Intimal proliferation of smooth muscle cells as an explanation for recurrent coronary artery stenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 365-375 (クラス C)
- 220 . Gidengil C, Garzon P, Eisenberg MJ: Functional testing after percutaneous transluminal coronary angioplasty in Canada and the United States: a survey of practice patterns. *Can J Cardiol* 2000; 16: 739-746 (クラス C)
- 221 . 後藤葉一: 冠動脈stent留置術を施行された急性心筋梗塞症患者的リハビリテーション. *心臓病学会誌*, 2000 (抄録集): 92 (クラス C)
- 222 . AHA Medical/Scientific Statement Special Report: Exercise Standards . AHA Guideline Series No8, 1998 . *Circulation* 1997; 91: 1677-1681 (クラス C)
- 223 . Mead WF, Pyfer HR, Thrombold JC, et al: Successful resuscitation of two near simultaneous cases of cardiac arrest with a review of fifteen cases occurring during supervised exercise. *Circulation* 1976; 53: 187-189 (クラス C)
- 224 . Haskell WL: Design and implementation of cardiac conditioning programs. *Rehabilitation of the coronary patient* (ed by Wenger NK, Hellerstein HK), Willey Medical Pub, New York, 1978, pp203-241 (クラス C)
- 225 . 今井 優, 野原隆司, 石原俊一, 他: 心疾患運動療法現場における安全性について: 臨床運動療法研究会誌 2000; 2: 23-27 (クラス C)
- 226 . Blackburn H, Taylor HL, Hamrell B, et al: Premature Ventricular complexes induced by stress testing; Their frequency and response to physical conditioning. *Am J Cardiol* 1973; 31: 441-449 (クラス C)
- 227 . 村山正博: 運動中の事故, 安全対策. *運動指導マニュアル* 1993, pp23-28 (クラス C)
- 228 . DeBusk RF, Houston N, Haskell W, et al: Exercise training soon after myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1979; 44: 1223-1229 (クラス B)
- 229 . Hamalainen H, Luurila OJ, Kallio V, et al: Long term reduction in sudden deaths after a multifactorial intervention programme in patients with myocardial infarction. 10 year results of a controlled investigation. *Eur Heart J* 1989; 10: 55-62 (クラス B)
- 230 . Hoberg E, Schuler G, Kunze B, et al: Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress. *Am J Cardiol* 1990; 65: 583-589 (クラス B)
- 231 . Ignone G, Giordano A, Tavazzi L: Effect of a short-term training program in post-infarct patients with residual myocardial ischemia. *Eur Heart J* 1988; 9 (Suppl M): 13-21 (クラス B)
- 232 . 奥田和美, 野原隆司, 小野晋司他: 虚血性心疾患のスポーツリハビリテーションにおける心室性期外収縮についての検討: *Therapeutic Research* 1990; 7: 35-41 (クラス C)
- 233 . 野原隆司: 心室性不整脈と運動療法: *Heart View* 1999; 3: 60-63 (クラス C)
- 234 . Bigger JT, Fleiss JL, Kleiger R, et al: The relationships among ventricular arrhythmias, left ventricular dysfunction, and mortality in the 2 years after myocardial infarction. *Circulation* 1984; 69: 250-258 (クラス A)
- 235 . Higginbotham MB, Morris KG, Conn EH, et al: Determinants of variable exercise performance among patients with severe left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* 1983; 51: 52-60 (クラス B)
- 236 . Franciosa JA, Park M, Levine TB: Lack of correlation between exercise capacity and indexes of resting left ventricular performance in heart failure. *Am J Cardiol* 1981; 47: 33-39 (クラス B)
- 237 . Port S, McEwan P, Cobb FR: Influence of resting left ventricular function on the left ventricular response to exercise in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1981; 63: 856-863 (クラス B)
- 238 . Liang CS, Stewart DK, LeJemtel TH, et al: Characteristics of peak aerobic capacity in symptomatic and asymptomatic subjects with left ventricular dysfunction. The Studies of Left Ventricular Dysfunction (SOLVD) Investigators. *Am J Cardiol* 1992; 69: 1207-1211 (クラス B)
- 239 . Miyashita T, Okano Y, Takaki H, et al.: Relation between exercise capacity and left ventricular systolic versus diastolic function during exercise in patients after myocardial infarction. *Coron Artery Dis* 2001; 12: 217-225 (クラス B)
- 240 . Ohtsubo M, Yonezawa K, Nishijima H, et al: Metabolic abnormality of calf skeletal muscle is improved by localized muscle training without changes in blood flow in chronic heart failure. *Heart* 1997; 78: 437-443 (クラス B)
- 241 . Mancini DM, Henson D, LaManca J, et al: Respiratory muscle function and dyspnea in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation* 1992; 86: 909-918 (クラス B)
- 242 . Wilson JR, Mancini DM: Factors contributing to the exercise limitation of heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22(Suppl A): 93A-98A (クラス C)
- 243 . Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJ: Exercise limitation in

- chronic heart failure: central role of the periphery. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1092-1102 (クラス C)
- 244 . Saltin B, Blomqvist G, Mitchell JH, et al: Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* 1968; 38(Suppl 7): 1-78 (クラス B)
- 245 . Blomqvist CG, Saltin B: Cardiovascular adaptation to physical training. *Annu Rev Physiol* 1983; 45: 169-189 (クラス C)
- 246 . Keteyian SJ, Brawner CA, Schairer JR: Exercise testing and training of patients with heart failure due to left ventricular systolic dysfunction. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 17: 19-28 (クラス C)
- 247 . Afzal A, Brawner CA, Keteyian SJ: Exercise training in heart failure. *Prog Cardiovasc Dis* 1998; 41: 175-190 (クラス C)
- 248 . Jette M, Heller R, Landry F, et al: Randomized 4-week exercise program in patients with impaired left ventricular function. *Circulation* 1991; 84: 1561-1567 (クラス A)
- 249 . Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, et al: Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function *Circulation* 1992; 85: 2119-2131 (クラス B)
- 250 . Adamopoulos S, Coats AJ, Brunotte F, et al: Physical training improves skeletal muscle metabolism in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 1101-1106 (クラス B)
- 251 . Kostis JB, Rosen RC, Cosgrove NM, et al: Nonpharmacologic therapy improves functional and emotional status in congestive heart failure. *Chest* 1994; 106: 996-1001 (クラス A)
- 252 . Hambrecht R, Niebauer J, Fiehn E, et al: Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1239-1249 (クラス A)
- 253 . Belardinelli R, Georgiou D, Scocco V, et al: Low intensity exercise training in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 975-982 (クラス B)
- 254 . Belardinelli R, Georgiou D, Cianci g, et al: Exercise training improves left ventricular diastolic filling in patients with dilated cardiomyopathy. Clinical and prognostic implication. *Circulation* 1995; 91: 2775-2784 (クラス A)
- 255 . Kiilavuori K, Toivonen L, Naveri H, et al: Reversal of autonomic derangements by physical training in chronic heart failure assessed by heart rate variability. *Eur Heart J* 1995; 16: 490-495 (クラス A)
- 256 . Keteyian SJ, Levine AB, Brawner CA, et al: Exercise training in patients with heart failure. A randomized controlled trial. *Ann Intern Med* 1996; 124: 1051-1057 (クラス A)
- 257 . Kavanagh T, Myers MG, Baigrie RS, et al: Quality of life and cardiorespiratory function in chronic heart failure: effects of 12 months' aerobic training. *Heart* 1996; 76: 42-49 (クラス B)
- 258 . Demopoulos L, Bijou R, Fergus I, 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 (クラス B)
- 259 . 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: 553-561 (クラス A)
- 260 . 安村良男, 高木洋, 原泰志, ほか: 遮断薬服用中の慢性心不全患者に対する低レベル運動療法の試み. *日本心臓リハビリテーション学会誌, 心臓リハビリテーション*. 3: 72-75, 1998 (クラス B)
- 261 . Demopoulos L, Yeh M, Gentilucci M, et al: Nonselective beta-adrenergic blockade with carvedilol does not hinder the benefits of exercise training in patients with congestive heart failure. *Circulation* 1997; 95: 1764-1767 (クラス B)
- 262 . 久保典史, 大村延博, 仲田郁子, ほか: 広範前壁心筋梗塞症例の運動療法による左室内容拡大は左室リモデリングか, 生理的適応か. *日本心臓リハビリテーション学会誌 心臓リハビリテーション* 1: 133-138, 1996 (クラス A)
- 263 . Linxue L, Nohara R, Makita S, et al: Effect of long-term exercise training on regional myocardial perfusion changes in patients with coronary artery disease. *Jpn Circ J* 1999; 63: 73-78 (クラス B)
- 264 . 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: 454-460 (クラス A)
- 265 . Chua TP, Anker SD, Harrington D, et al: Inspiratory muscle strength is a determinant of maximum oxygen consumption in chronic heart failure. *Br Heart J* 1995; 74: 381-385 (クラス B)
- 266 . Hornig B, Maier V, Drexler H: Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1996; 93: 210-214 (クラス A)
- 267 . Wang J, Yi GH, Knecht M, et al: Physical training alters the pathogenesis of pacing-induced heart failure through endothelium-mediated mechanisms in awake dogs. *Circulation* 1997; 96: 2683-2692 (クラス A)
- 268 . La Rovere MT, Bigger JT Jr, Marcus FI, et al: Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. *Lancet* 351: 478-484 (クラス A)
- 269 . Chua TP, Harrington D, Ponikowski P, et al: Effects of dihydrocodeine on chemosensitivity and exercise tolerance in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 147-152 (クラス A)
- 270 . Satoh T, Okano Y, Takaki H, et al: Excessive ventilation after acute myocardial infarction and its improvement in 4 months. *Jpn Circ J* 2001; 65: 399-403 (, クラス B)
- 271 . Gottlieb SS, Fisher ML, Freudenberger R, et al: Effects of exercise training on peak performance and quality of life in congestive heart failure patients. *J Card Fail* 1999; 5: 188-194 (クラス A)
- 272 . Young JB, Winters WL, Bourge R, et al: 24th Bethesda Conference ; Task Force Four: Function of the heart transplanted recipient. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 31-41. (クラス C)
- 273 . Pope SE, Stinson EB, Daughters II GT, et al: Exercise response of the denervated heart in long-term cardiac transplant recipients. *Am J Cardiol* 1980; 46: 213-218. (クラス C)
- 274 . Quigg RJ, Rocco MB, Gauthier DF, et al: Mechanism of the attenuated peak heart rate response to exercise after orthotopic

- cardiac transplantation. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 338-44 (クラス B)
- 275 . von Scheidt W, Neudert J, Erdmann E, et al: Contractility of the transplanted, denervated human heart. *Am Heart J* 1991; 121: 1480-1488 (クラス B)
- 276 . Stinson EB, Schroeder JS, Griep RB, et al: Observations on the behavior of recipient atria after cardiac transplantation in man. *Am J Cardiol* 1972; 30: 615-622 (クラス C)
- 277 . Borow KM, Neumann A, Arensman FW, et al: Left ventricular contractility and contractile reserve in humans after cardiac transplantation. *Circulation* 1985; 71: 866-872 (クラス C)
- 278 . Frist WH, Stinson EB, Oyer PE: Long-term hemodynamic results after cardiac transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94: 685-693 (クラス C)
- 279 . Squires RW: Part B. Cardiac transplantation in Clinical cardiac rehabilitation- A cardiologist's guide (ed by Pashkow FJ, Dafoe WA). Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland 1993. pp155-163 (クラス C)
- 280 . Hosenpud JD, Morton MJ, Wilson RA, et al: Abnormal exercise hemodynamics in cardiac allograft recipients 1 year after cardiac transplantation: relation to preload reserve. *Circulation* 1989; 80: 525-532 (クラス C)
- 281 . Hosenpud JD, Bennett LE, Keck BM, et al: The registry of the international society for heart and lung transplantation: Seventeenth official report -2000. *J Heart and Lung Transplant* 2000; 19: 909-931 (クラス C)
- 282 . Kavanagh T, Yacoub M, Campbell R, et al: Marathon running after cardiac transplantation: a case history. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1986; 6: 16-20. (クラス C)
- 283 . Kavanagh T, Yacoub MH, Mertens DJ, et al: Cardiorespiratory responses to exercise training after orthotopic cardiac transplantation. *Circulation* 1988; 77: 162-171. (クラス B)
- 284 . Kobashigawa JA, Leaf DA, Lee DN, et al: A controlled trial of exercise rehabilitation after heart transplantation. *New Engl J Med* 1999; 340: 272-277 (クラス A)
- 285 . Keteyian S, Ehrman J, Fedel F, et al: Heart rate-perceived exertion relationship during exercise in orthotopic heart transplant patients. *J Cardiopulm Rehabil* 1990; 10: 287-293 (クラス C)
- 286 . Ehrman J, Keteyian S, Fedel F, et al: Ventilatory threshold after exercise training in orthotopic heart transplant recipients. *J Cardiopulm Rehabil* 1992; 12: 126-130. (クラス C)
- 287 . 中谷武嗣: 補助人工心臓装着患者のリハビリテーション, *人工臓器* 1996; 25: 889-896. (クラス C)
- 288 . Morrone TM, Buck LA, Catanese KA, et al: Early progressive mobilization of patients with left ventricular assist devices is safe and optimizes recovery before heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 1996; 15: 423-429. (クラス C)
- 289 . Galioto FM, Tomassoni TL. Exercise rehabilitation in congenital heart disease. *Prog Pediatr Cardiol* 2: 50-54, 1993 (クラス B)
- 290 . Calzolari A, Pastore E. Exercise testing as a rehabilitative / training tool. *Pediatr Cardiol* 1999; 20: 85-87 (クラス C)
- 291 . Varnauskas E, de Fernandez YL, Munoz S, et al: Rehabilitation of pediatric and adolescent cardiac patients. *Adv Cardiol* 1986; 33: 131-141 (クラス C)
- 292 . Rawland TW. Exercise and children's health. Champaign: Human Kinetics Books, 161-180, 1990 (クラス C)
- 293 . Washington RL: Cardiac rehabilitation programs in children. *Sports Med* 1992; 14: 164-170 (クラス C)
- 294 . Balfour I, Drimmer A, Nouri S: Pediatric cardiac rehabilitation: physiologic benefits. *J Med Assoc Ga* 1986; 75 : 560-562. (クラス B)
- 295 . Galioto FM, Tomassoni TL: Cardiac rehabilitation for children with heart disease. *Med Exerc Nutr Health* 1: 272-280, 1992 (クラス C)
- 296 . 大内秀雄, 加藤義弘, 中島 徹, 他: 小児心疾患患児の心臓リハビリテーション. *日小循会誌* 12: 411-419, 1996 (クラス B)
- 297 . Tomassoni TL: Role of exercise in the management of cardiovascular disease in children and youth. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 406-413 (クラス C)
- 298 . 高橋幸宏: 運動負荷検査, 臨床発達心臓病学 (高尾篤良・門間和夫・中澤 誠・中西敏雄 編), 東京, 中外医学社, pp233-243, 2001 (クラス C)
- 299 . Driscoll D: Exercise rehabilitation programs for children with congenital heart disease: a note of caution. *Ped Exer Sci* 2: 191-196, 1990 (クラス C)
- 300 . Fredriksen PM, Kahrs N, Blaasvaer S, et al: Effect of physical training in children and adolescents with congenital heart disease. *Cardiol Young* 2000; 10: 107-114 (クラス A)
- 301 . Bradley LM, Galioto FM Jr, Vaccaro P, et al: Effect of intense aerobic training on exercise performance in children after surgical repair of tetralogy of Fallot or complete transposition of the great arteries. *Am J Cardiol* 1985; 56: 816-818 (クラス B)
- 302 . Calzolari a, Turchetta A, Biondi G, et al: Rehabilitation of children after total correction of tetralogy of Fallot. *Int J Cardiol* 1990; 28: 151-158 (クラス B)
- 303 . Mathews RA, Nixon PA, Stephenson RJ, et al: An exercise program for pediatric patients with congenital heart disease: organizational and physiologic aspects. *J Cardiac Rehabil* 3: 467-475, 1983 (クラス B)
- 304 . Tomassoni TL, Galioto FM, Vaccaro P, et al: Effect of exercise training on exercise tolerance and cardiac output in children after repair of congenital heart disease. *Sports Training, Med and Rehab.* 2: 57-62, 1990 (クラス B)
- 305 . Miller WW, Young DS, Blomqvist PS, et al: Physical training in children with congenital heart disease. In *Frontiers of Activity and Child Health*(ed by Lavallee H, Shephard RJ). Quebec, Pelican 363-369, 1977 (クラス B)
- 306 . Goldberg B, Fripp RR, Lister G, et al: Effect of physical training on exercise performance of children following surgical repair of congenital heart disease. *Pediatrics* 1981; 68: 691-699 (クラス B)
- 307 . Ruttenberg HD, Adams TD, Orsmond GS, et al: Effects of exercise training on aerobic fitness in children after open heart surgery. *Pediatr Cardiol* 1983; 4: 19-24 (クラス B)
- 308 . Sklansky M, Prvarnik J, O'Brian S, et al: Exercise training hemodynamics and the prevalence of arrhythmias in children following tetralogy of Fallot repair. *Pediatr Exerc Sci* 6: 188-

- 200, 1994 (クラス B)
- 309 . Peja M, Boros A, Toth A: [Effect of physical training on children after reconstructive heart surgery.] *Orv Hetil* 1990; 131: 2089-2090 (クラス B)
- 310 . Buckenmeyer PJ, Vaccaro P, Vaccaro J, et al: Effect of a pediatric cardiac rehabilitation program on isokinetic strength and power measures in children. *J Cardiopulmonary Rehabil* 6: 437, 1986 (クラス B)
- 311 . Koch BM, Galioto FM, Vaccaro P, et al: Flexibility and strength measures in children participating in a cardiac rehabilitation program. *Phys and Sports Med* 16: 139-147, 1988 (クラス B)
- 312 . Vaccaro P, Galioto FM, Bradley LM, et al: Effect of physical training on exercise tolerance of children following surgical repair of d-transposition of the great arteries. *J Sports Med Phys Fitness*. 1987; 27: 443-448, (クラス B)
- 313 . Cumming GR: Maximal exercise capacity of children with heart defects. *Am J Cardiol* 1978; 42: 613-9 (クラス B)
- 314 . Strieder DJ, Mesko ZG, Zaver AG, et al: Exercise tolerance in chronic hypoxemia due to right-to-left shunt. *J Appl Physiol* 1973; 34: 853-858 (クラス B)
- 315 . Longmuir PE, Tremblay MS, Goode RC: Postoperative exercise training develops normal levels of physical activity in a group of children following cardiac surgery. *Pediatr Cardiol* 1990; 11: 126-130 (クラス A)
- 316 . 門間和夫, 神谷哲郎, 今井康晴, 他: 先天性心疾患修復術後の一般的管理基準 (門間基準)「先天性疾患に対する修復術後状態の評価とそれに基づく術後の管理基準の確立」. *日小循会誌* 9: 589-599, 1994 (クラス C)
- 317 . Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al: Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330: 1769-1775. (クラス A)
- 318 . Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, et al: Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47: 1208-1214. (クラス A)
- 319 . McMurdo ME, Millar AM, Daly F: A randomized controlled trial of fall prevention strategies in old peoples' homes. *Gerontology* 2000; 46: 83-87. (クラス A)
- 320 . Tsuji I, Tamagawa A, Nagatomi R et al: Randomized controlled trial of exercise training for older people (Sendai Silver Center Trial; SSCT): study design and primary outcome. *J Epidemiol* 2000; 10: 55-64. (クラス A)
- 321 . Sunami Y, Motoyama M, Kinoshita F et al: Effects of low-intensity aerobic training on the high-density lipoprotein cholesterol concentration in healthy elderly subjects. *Metabolism* 1999; 48: 984-988. (クラス A)
- 322 . Schuit AJ, Dekker JM, de Vegt F et al: Effect of physical training on QTc interval in elderly people. *J Electrocardiol* 1998; 31: 111-116. (クラス A)
- 323 . Stein PK, Ehsani AA, Domitrovich PP, et al: Effect of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. *Am Heart J* 1999; 138: 567-576. (クラス B)
- 324 . Rywik TM, Blackman MR, Yataco AR, et al: Enhanced endothelial vasoreactivity in endurance-trained older men. *J Appl Physiol* 1999; 87: 2136-2142. (クラス B)
- 325 . Rinder MR, Spina RJ, Ehsani AA: Enhanced endothelium-dependent vasodilation in older endurance-trained men. *J Appl Physiol* 2000; 88: 761-766. (クラス B)
- 326 . Levy WC, Cerqueira MD, Harp GD, et al: Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1236-1241. (クラス B)
- 327 . Beere PA, Russell SD, Morey MC, et al: Aerobic exercise training can reverse age-related peripheral circulatory changes in healthy older men. *Circulation* 1999; 100: 1085-1094. (クラス B)
- 328 . Langer RD, Klauber MR, Criqui MH, et al: Exercise and Survival in the Very Old. *Am J Geriatr Cardiol* 1994; 3: 24-34. (クラス B)
- 329 . Stahle A, Nordlander R, Ryden L, et al: Effects of organized aerobic group training in elderly patients discharged after an acute coronary syndrome. A randomized controlled study. *Scand J Rehabil Med* 1999; 31: 101-107. (クラス A)
- 330 . Fattirolli F, Cartei A, Burgisser C, et al: Aims, design and enrollment rate of the Cardiac Rehabilitation in Advanced Age (CR-AGE) randomized, controlled trial. *Aging (Milano)* 1998; 10: 368-376. (クラス A)
- 331 . Marchionni N, Fattirolli F, Fumagalli S, et al: Determinants of exercise tolerance after myocardial infarction in older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2000; 48: 146-153. (クラス A)
- 332 . Wielenga RP, Huisveld IA, Bol E, et al: Exercise training in elderly patients with chronic heart failure. *Coron Artery Dis* 1998; 9: 765-770. (クラス A)
- 333 . Marchionni N, Fattirolli F, Valoti P, et al: Improved exercise tolerance by cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the elderly: results of a preliminary, controlled study. *Aging (Milano)* 1994; 6: 175-180. (クラス B)
- 334 . Milani RV, Lavie CJ: Prevalence and effects of cardiac rehabilitation on depression in the elderly with coronary heart disease. *Am J Cardiol* 1998; 81: 1233-1236. (クラス B)
- 335 . Ades PA, Waldmann ML, Gillespie C: A controlled trial of exercise training in older coronary patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50A: M7-M11. (クラス B)
- 336 . Dolansky MA, Moore SM: Effect of cardiac rehabilitation on older adults' lower extremity functioning following coronary artery bypass surgery. *Circulation* 2000; 102(Suppl): -822. (クラス B)
- 337 . 北原公一, 新谷若菜, 上田みどり, 他: 高齢者における心臓リハビリテーションの問題点と対策. *心臓リハビリテーション* 1997; 2: 40-46. (クラス B)
- 338 . 後藤葉一, 高木 洋, 岡野嘉明, 他: 高齢者における急性心筋梗塞症回復期心臓リハビリテーション: 効果と問題点. *心臓リハビリテーション* 1997; 2: 47-51. (クラス B)
- 339 . 27) 岡林宏明, 大村 延博, 仲田郁子, 他: 高齢者心筋梗塞例の運動療法の現状. *心臓リハビリテーション* 1997; 2: 34-39. (クラス B)
- 340 . 加藤 理, 柳沢悦子, 太田直美, 他: 高齢者の心臓手術後リハビリテーションの問題点と対策. *心臓リハビリテーション* 1997; 2: 68-74. (クラス B)
- 341 . Ades PA, Grunvald MH: Cardiopulmonary exercise testing before and after conditioning in older coronary patients. *Am*

- Heart J 1990; 120: 585-589. (クラス B)
- 342 . Ades PA, Waldmann ML, Poehlman ET, et al: Exercise conditioning in older coronary patients. Submaximal lactate response and endurance capacity. *Circulation* 1993; 88: 572-577. (クラス B)
- 343 . Lavie CJ, Milani RV: Effects of cardiac rehabilitation and exercise training programs in patients \geq 75 years of age. *Am J Cardiol* 1996; 78: 675-677. (クラス B)
- 344 . Memon MA, McConnell TR, Laubach CA Jr, et al: Differences in quality of life and self-efficacy in older versus younger cardiac rehabilitation patients after myocardial infarction and bypass surgery. *Circulation* 1999; 100(Suppl I): I-142. (クラス B)
- 345 . Ades PA, Hanson JS, Gunther PG, et al: Exercise conditioning in the elderly coronary patient. *J Am Geriatr Soc* 1987; 35: 121-124. (クラス B)
- 346 . Lavie CJ, Milani RV, Littman AB: Benefits of cardiac rehabilitation and exercise training in secondary coronary prevention in the elderly. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 678-683. (クラス B)
- 347 . Ades PA, Waldmann ML, Polk DM, et al: Referral patterns and exercise response in the rehabilitation of female coronary patients aged greater than or equal to 62 years. *Am J Cardiol* 1992; 69: 1422-1425. (クラス B)