

因子など), ②生活改善・再発予防への動機づけと対策の方法(食事療法, 服薬指導, 自己検脈指導, 増悪予防の方法など), ③日常生活での活動許容範囲について, 本人だけではなく, 可能な限り家族にも十分に教育する. 特に体重を毎日測定して記録することは運動療法を安全に施行するためにも有用である. また集団教育だけでなく, 個人面談・カウンセリングを実施することは, 社会復帰や職場復帰へのアドバイス, 不安やうつ状態などについてのチェックを行う意味でも重要である. 運動負荷試験などの結果を患者に伝達し, 運動耐容能が改善し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自己管理意識を高める効果を期待できる.

## 5 心不全の疾病管理プログラムって何? 心臓リハビリテーションとの関係は?

近年, 心不全治療の進化によって急性心不全の死亡率は低下した. 一方, 高齢心不全患者の増加に伴い, 腎不全, 糖尿病, 慢性閉塞性肺疾患, 貧血など複数の併存疾患を有する, 再入院リスクが高い患者が急激に増加しており, 治療のゴールは救命から運動耐容能・QOL改善, 再入院回避へとシフトしつつある. この点に関して, 近年, 慢性心不全患者に対して医師, 看護師, 薬剤師, 栄養士, 理学療法士, 訪問看護師などの多職種が「疾病管理プログラム(disease management program)」と称する, 退院前教育, 食事指導, 服薬指導, カウンセリング, 退院後の電話や訪問を含む多職種介入(multidisciplinary intervention)を実施(➡Ⅲ-1「患者の自己管理と多職種による包括的管理が重要」図1 p.77参照)することにより, 再入院回数を減少, QOL改善, 医療費削減を期待できるという報告が増加している<sup>37-39)</sup>. 疾病管理プログラムと心臓リハビリテーション(運動療法)プログラムは本来別のものであるが, 外来心臓リハビリテーションプログラムでは運動療法だけでなく, 再発予防のための生活指導や冠危険因子是正教育も行われるため, 心不全の疾病管理プログラムとしての役割を十分期待できる<sup>40)</sup>. 今後, 心不全に対する外来心臓リハビリテーションと疾病管理プログラムの連携・融合により, QOL向上と予後改善を目指す心不全治療が実現することが期待される.

memo

運動に消極的な患者へのメンタル面でのサポートは?

患者が運動に消極的な理由を考えよう. よくある理由として, ①骨格筋萎縮や整形外科的疾患などの医学的理由, ②倦怠感・脱力感といった自覚症状, ③運動に対する不安・恐怖, ④運動療法の有効性を知らない, ⑤医療スタッフからの推奨がない, ⑥時間がない, などがあげられる.

①に対しては, 医学的評価を行い運動療法が禁忌でなければ, むしろ骨格筋萎縮には運動を推奨すべきだし, ②, ③に対しては, 低強度・短時間の運動か

ら開始し徐々に増量することにより、倦怠感が改善し不安が軽減し、むしろ活力が増してくることを説明する。④、⑤に対しては、運動療法の有効性・必要性について患者教育を行い、啓蒙していくことが大事であり、医師・看護師をはじめとした医療スタッフ自身が運動療法について学習し、患者に対して自信をもって積極的に運動療法を勧めることができるようになることが必要である。⑥に対してはそれぞれの生活スタイルから個別にプランを練る必要があるが、必要性が理解でき、動機づけがうまくいけば、日常生活の中でも運動療法を行っていく方法を見つけることは可能である。

## 文献

- 1) Clark AL, et al. : Exercise limitation in chronic heart failure : central role of the periphery. *J Am Coll Cardiol* 28 (5) : 1092-1102, 1996.
- 2) Forissier JF, et al. : Influence of carvedilol on the benefits of physical training in patients with moderate chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 3 (3) : 335-342, 2001.
- 3) Belardinelli R, 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* 97 (6) : 553-561, 1998.
- 4) Antman EM, et al. : 2007 Focused Update of the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction : a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines : developed in collaboration With the Canadian Cardiovascular Society endorsed by the American Academy of Family Physicians : 2007 Writing Group to Review New Evidence and Update the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction, Writing on Behalf of the 2004 Writing Committee. *Circulation* 117 (2) : 296-329, 2008.
- 5) Piña IL, et al. : Exercise and heart failure : A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 107 (8) : 1210-1225, 2003.
- 6) McKelvie RS, et al. : Effects of exercise training in patients with congestive heart failure : a critical review. *J Am Coll Cardiol* 25 (3) : 789-796, 1995.
- 7) Wenger NK, 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 Clin* 17 : 1-23, 1995.
- 8) 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* 22 (2) : 125-135, 2001.
- 9) Demopoulos L, et al. : Nonselective beta-adrenergic blockade with carvedilol does not hinder the benefits of exercise training in patients with congestive heart failure. *Circulation* 95 (7) : 1764-1767, 1997.
- 10) Smart N, et al. : Exercise training in systolic and diastolic dysfunction : effects on cardiac function, functional capacity, and quality of life. *Am Heart J* 153 (4) : 530-536, 2007.
- 11) Adamopoulos S, et al. : Physical training improves skeletal muscle metabolism in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 21 (5) : 1101-1106, 1993.
- 12) Hambrecht R, 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* 25 (6) : p. 1239-1249, 1995.
- 13) Katz SD, et al. : Decreased activity of the L-arginine-nitric oxide metabolic pathway in patients with congestive heart failure. *Circulation* 99 (16) : 2113-2117, 1999.
- 14) Hambrecht R, et al. : Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 98 (24) : 2709-2715, 1998.
- 15) Wang J, et al. : Physical training alters the pathogenesis of pacing-induced heart failure through endothelium-mediated mechanisms in awake dogs. *Circulation* 96 (8) : 2683-2692, 1997.
- 16) La Rovere MT, 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 (9101) : 478-484, 1998.
- 17) Roveda F, et al. : The effects of exercise training on sympathetic neural activation in advanced heart failure : a randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol* 42 (5) : 854-860, 2003.
- 18) La Rovere MT, et al. : Exercise-induced increase in baroreflex sensitivity predicts improved prognosis after myocardial infarction. *Circulation* 106 (8) : 945-949, 2002.
- 19) Adamopoulos S, et al. : Physical training modulates proinflammatory cytokines and the soluble Fas/soluble Fas ligand system in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 39 (4) : 653-663, 2002.
- 20) Haykowsky MJ, et al. : A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart fail-

- ure patients : the benefit depends on the type of training performed. *J Am Coll Cardiol* 49 (24) : 2329-2336, 2007.
- 21) Belardinelli R, et al. : Exercise training improves left ventricular diastolic filling in patients with dilated cardiomyopathy. Clinical and prognostic implications. *Circulation* 91 (11) : 2775-2784, 1995.
  - 22) Sullivan MJ, et al. : Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. *Circulation* 78 (3) : 506-515, 1988.
  - 23) Giannuzzi P, et al. : Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure : results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction and Chronic Heart Failure (ELVD)-CHF Trial. *Circulation* 108 (5) : 554-559, 2003.
  - 24) Passino C, et al. : Aerobic training decreases B-type natriuretic peptide expression and adrenergic activation in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 47 (9) : 1835-1839, 2006.
  - 25) Kubo N, et al. : Exercise at ventilatory threshold aggravates left ventricular remodeling in patients with extensive anterior acute myocardial infarction. *Am Heart J* 147 (1) : 113-120, 2004.
  - 26) Shuichi T, et al. : Predictors of left ventricular remodeling in patients with acute myocardial infarction participating in cardiac rehabilitation. *Circ J* 68 (3) : 214-219, 2004.
  - 27) Belardinelli R, 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* 99 (9) : 1173-1182, 1999.
  - 28) Koukouvou G, et al. : Quality of life, psychological and physiological changes following exercise training in patients with chronic heart failure. *J Rehabil Med* 36 (1) : 36-41, 2004.
  - 29) Fitchet A, et al. : Comprehensive cardiac rehabilitation programme for implantable cardioverter-defibrillator patients : a randomised controlled trial. *Heart* 89 (2) : 155-160, 2003.
  - 30) Piepoli MF, et al. : Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 328 (7433) : 189, 2004.
  - 31) Smart N, Marwick TH : Exercise training for patients with heart failure : a systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med* 116 (10) : 693-706, 2004.
  - 32) O'Connor CM, et al. : Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure : HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 301 (14) : 1439-1450, 2009.
  - 33) Hunt SA, et al. : 2009 focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults : a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines : developed in collaboration with the International Society for Heart and Lung Transplantation. *Circulation* 119 (14) : e391-479, 2009.
  - 34) Keteyian SJ, et al. : Differential effects of exercise training in men and women with chronic heart failure. *Am Heart J* 145 (5) : 912-918, 2003.
  - 35) Tyni-Lenné R, et al. : Exercise-based rehabilitation improves skeletal muscle capacity, exercise tolerance, and quality of life in both women and men with chronic heart failure. *J Card Fail* 4 (1) : 9-17, 1998.
  - 36) 日本循環器学会 : 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2006 年度合同研究班報告). 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2007 年改訂版).
  - 37) Rich MW, et al. : A multidisciplinary intervention to prevent the readmission of elderly patients with congestive heart failure. *N Engl J Med* 333 (18) : 1190-1195, 1995.
  - 38) Grady KL, et al. : Team management of patients with heart failure : A statement for healthcare professionals from The Cardiovascular Nursing Council of the American Heart Association. *Circulation* 102 (19) : 2443-2456, 2000.
  - 39) McAlister FA, et al. : Multidisciplinary strategies for the management of heart failure patients at high risk for admission : a systematic review of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 44 (4) : 810-819, 2004.
  - 40) 後藤葉一 : 慢性心不全マネジメントの将来像. *治療* 89 : 1986-1996, 2007.

(荒川鉄雄・後藤葉一)

# XI・心臓リハビリテーションを慢性心不全治療に活かす

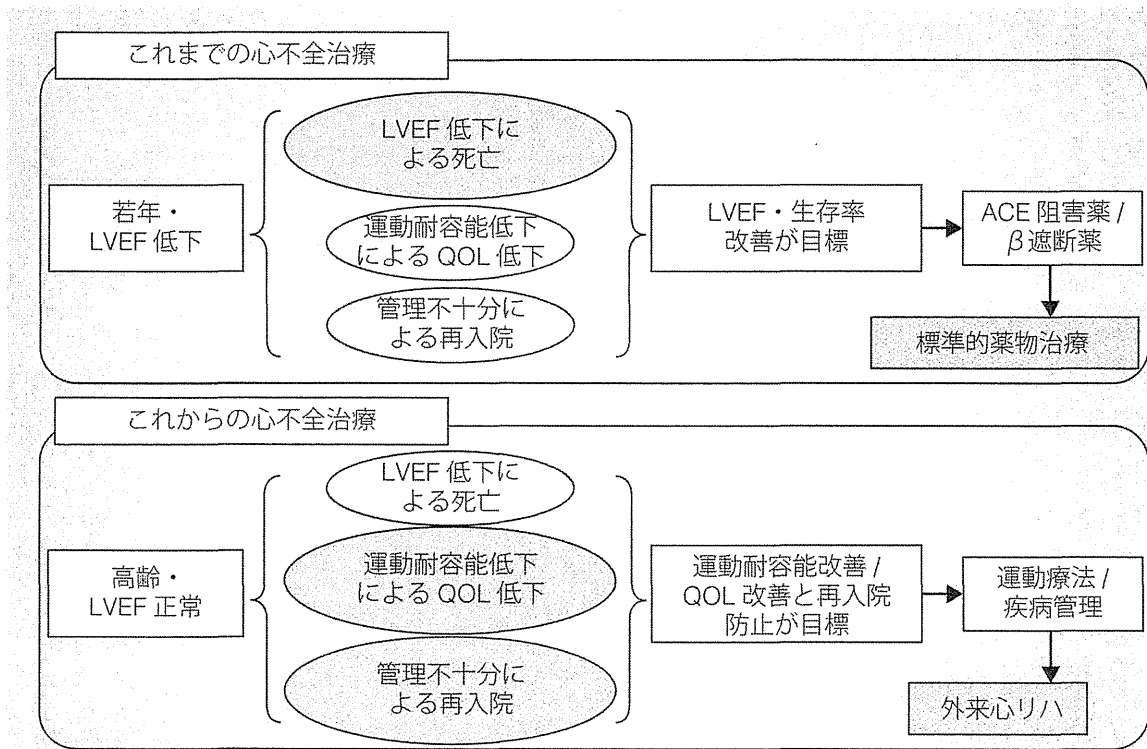
本章では、「心臓リハビリテーションを慢性心不全治療に活かす」ことをマスターするために、まず慢性心不全の病態の理解と治療目標について基本的考え方を述べ、次に慢性心不全治療における運動療法・心臓リハビリテーションの有効性のエビデンスと運動療法の実際について概説する。最後に、わが国における心臓リハビリテーションの現状と今後の方向性について述べる。

## ▶ 1. 慢性心不全治療戦略のパラダイムシフト：QOL改善と疾病管理

これまでの慢性心不全の治療は、長期予後（＝生存率）改善を最優先の達成目標として、大規模臨床試験で有効性が証明されたアンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害薬・アンジオテンシンⅡ受容体拮抗薬（ARB）や $\beta$ 遮断薬などの標準的薬物治療を中心として行われてきた。しかし、慢性心不全の治療戦略は、以下に述べる2つの理由で方向転換される必要があり、世界的にはすでにパラダイムシフトが始まりつつある。

第1の理由は、治療目標とすべき慢性心不全の病態の本質として、運動耐容能低下がきわめて重要であるということである。ACC/AHA<sup>1)</sup>や日本循環器学会<sup>2)</sup>の慢性心不全診療ガイドラインでは、慢性心不全の定義として、「単なる左室収縮機能低下状態ではなく、労作時呼吸困難などの症状および浮腫などの身体徴候を有し、生活の質的低下（QOL低下）や日常生活制限を伴う臨床症候群である」ことが強調されている。一方、標準治療薬の $\beta$ 遮断薬やACE阻害薬・ARBは、慢性心不全患者の生存率や左室駆出率（LVEF）を改善させることが示されているものの、運動耐容能を向上させるとのエビデンスは乏しい。これらを踏まえると、慢性心不全治療において、生存率と左室収縮機能の改善のみで治療目標が達成されたとはいえず、労作時呼吸困難の軽減や、運動耐容能改善と、それに伴うQOL向上をもう1つの主要な治療目標と考えるべきである。

第2の理由は、慢性心不全患者の疾病構造の変化である（図XI-1）。近年、心不全患者が高齢化し、それに伴いLVEFの保たれた心不全（heart failure with preserved ejection fraction；HFpEF）が増加している<sup>3)</sup>。高齢心不全患者は、死亡率が高いだけでなく、退院後の再入院率が6ヵ月後で約50%、1年後では約60～70%と極めて高いことが報告されており<sup>4)</sup>、患者本人のQOLのみならず、社会問題としても重大である。しかも、HFpEFに対しては、LVEFの低下した心不全（heart failure with reduced ejection fraction：HFrEF）に対する標準治療薬であるACE阻害薬・ARBや $\beta$ 遮断薬は無効であり<sup>4)</sup>、再入院の原因は、かつてDzauが“Cardiovascular continuum”として指摘した「左室収縮機能の進行性低下」ではなく、「管理不十分によるうっ血（体液貯留）の増悪」と「感染・腎不全・貧血・糖尿病・慢性閉塞性肺疾患などの非心臓性併存疾患（noncardiac comorbidities）」が主要因で



図XI-1. 慢性心不全の治療目標の変化

LVEF：左室駆出率，ACE阻害薬：アンジオテンシン変換酵素阻害薬。

あることから、むしろ併存疾患を含めた全身的な疾病管理の重要性が指摘されている<sup>5)</sup>。

以上の点を考慮すると、慢性心不全の主要な治療目標は、これまで最重要とされてきた「生存率やLVEFの改善」から、「運動耐容能改善とそれに伴うQOL向上」、そして「疾病管理による再入院防止」に重点をシフトさせるべき時機が到来したといえる(図XI-1)。

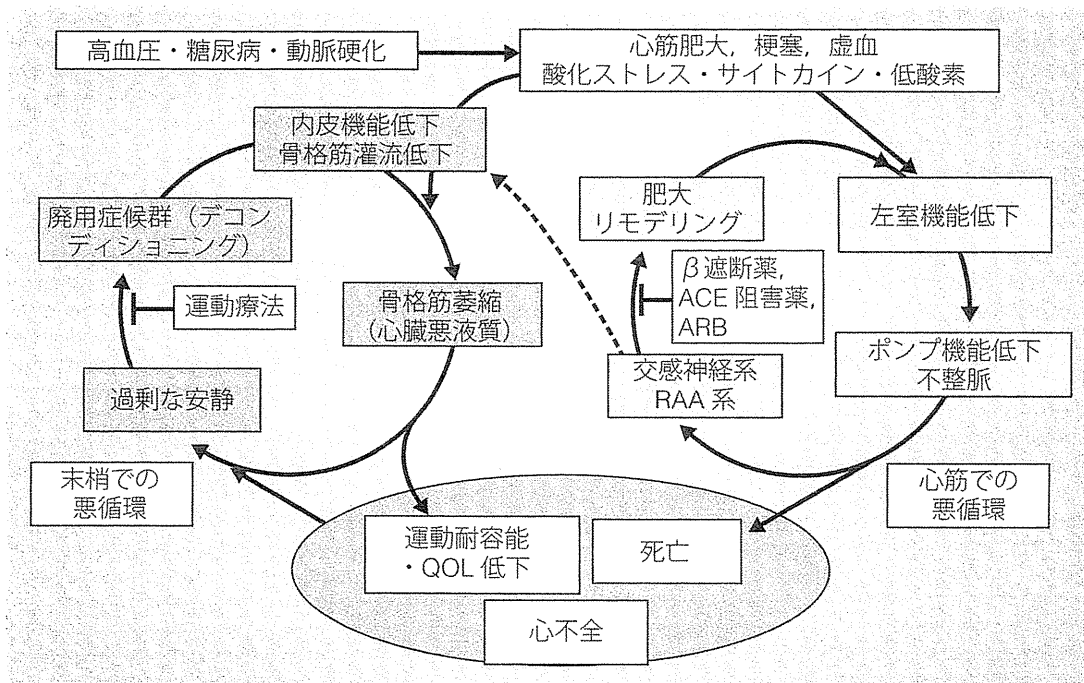
文献

- 1) Hunt SA et al : 2009 Focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 guidelines for the diagnosis and management of heart failure in adults; a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* **119** : e391-e479, 2009
- 2) 松崎益徳ほか：慢性心不全治療ガイドライン（2010年改訂版）。  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010\\_matsuzaki\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010_matsuzaki_h.pdf)
- 3) Steinberg BA et al : Trends in patients hospitalized with heart failure and preserved left ventricular ejection fraction. Prevalence, therapies, and outcomes. *Circulation* **126** : 65-75, 2012
- 4) Hernandez AF et al : Clinical effectiveness of beta-blockers in heart failure; findings from the OPTIMIZE-HF registry. *J Am Coll Cardiol* **53** : 184-192, 2009
- 5) Kitzman DW : Outcomes in patients with heart failure with preserved ejection fraction; it is more than the heart. *J Am Coll Cardiol* **59** : 1006-1007, 2012

## ▶ 2. 慢性心不全の病態についての考え方：運動耐容能低下の機序

慢性心不全患者では、労作時に息切れ・呼吸困難や易疲労感などの運動耐容能低下症状が出現し、運動耐容能の指標である最高酸素摂取量 (peak  $\dot{V}O_2$ ) は低下している。ところが、この peak  $\dot{V}O_2$  低下は左室収縮機能 (LVEF) 低下と相関せず、むしろ骨格筋の筋萎縮や筋力低下と相関することから、慢性心不全患者の運動耐容能低下の直接的な原因は、左室収縮機能低下よりも骨格筋の機能低下 (すなわち末梢機序) にあると考えられている<sup>1)</sup>。この骨格筋の機能低下の原因として、骨格筋の灌流低下や好氣的エネルギー代謝異常のほかに、内皮依存性血流増加反応の低下、心不全における炎症性サイトカイン上昇による筋萎縮 [心臓悪液質 (cardiac cachexia)] などが挙げられている (図XI-2)。

また近年、高齢心不全患者の体力低下・身体虚弱 (frailty) の機序として、身体活動低下・ホルモン異常・慢性炎症に起因する筋減少症 [サルコペニア (sarcopenia)] の役割が注目されている<sup>2)</sup>。さらに、これらに加えて、長期安静臥床の結果として生じる身体デコンディショニング (physical deconditioning)、あるいは廃用症候群により骨格筋機能が低下し、運動耐容能がさらに低下する。すなわち、心不全患者の運動耐容能低下の機序として、①心拍出量低下・内皮機能低下・心臓悪液質などの心不全の病態に基づく部分、②加齢によるサルコペニアという生理的変化の部分、③過剰な安静により生じたデコンディ



図XI-2. 慢性心不全の病態：運動耐容能低下の機序

慢性心不全では、心筋の肥大、梗塞、虚血などが左室機能低下および左室リモデリングを介して心ポンプ機能低下と不整脈を生じ、最終的に運動耐容能低下と死亡をもたらす。しかし運動耐容能低下は、左室機能低下の直接的な結果ではなく、末梢血管内皮機能低下・骨格筋灌流低下・過剰な安静による身体デコンディショニング・骨格筋萎縮など、末梢での悪循環の結果として生じる。

RAA系：レニン・アンジオテンシン・アルドステロン系，ACE阻害薬：アンジオテンシン変換酵素阻害薬，ARB：アンジオテンシンII受容体拮抗薬。

ショニング・廃用症候群という人為的な部分、の3つがある。心不全の標準治療のACE阻害薬・ARBや $\beta$ 遮断薬は、生命予後は改善するものの、運動耐容能改善効果は乏しいため、これらの薬物のみで慢性心不全の治療目標を十分達成することは困難であり、運動療法の有用性・必要性が指摘されている<sup>3,4)</sup>。

## 文献

- 1) Clark AL et al : Exercise limitation in chronic heart failure; central role of the periphery. J Am Coll Cardiol **28** : 1092-1102, 1996
- 2) Evans WJ et al : Frailty and muscle metabolism dysregulation in the elderly. Biogerontology **11** : 527-536, 2010
- 3) Hunt SA et al : 2009 Focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 guidelines for the diagnosis and management of heart failure in adults; a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation **119** : e391-e479, 2009
- 4) 松崎益徳ほか：慢性心不全治療ガイドライン（2010年改訂版）。  
http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010\_matsuzaki\_h.pdf

## ▶ 3. 慢性心不全に対する運動療法の有効性のエビデンス

慢性心不全に対する運動療法には多様な効果があることが明らかにされてきた<sup>1,2)</sup>（表XI-1）。慢性心不全に対する運動療法の最も顕著な効果は運動耐容能の改善であり、これにより患者の労作時自覚症状が軽減する。これまでの報告によると、ベースラインの左室駆出率（LVEF）平均20～30%、peak  $\dot{V}O_2$  10～20 mL/min/kgの慢性心不全患者に対して、中

表XI-1. 慢性心不全に対する運動療法の効果

### 1. 全身機能に対する効果

- a) 運動耐容能：改善
- b) 末梢効果
  - 1) 骨格筋：筋量増加，筋力増加，好氣的代謝改善，抗酸化酵素発現増加
  - 2) 呼吸筋：機能改善
  - 3) 血管内皮：内皮依存性血管拡張反応改善，一酸化窒素合成酵素（eNOS）発現増加
- c) 神経体液因子
  - 1) 自律神経機能：交感神経活性抑制，副交感神経活性増大，心拍変動改善，換気応答改善
  - 2) 炎症性サイトカイン：TNF- $\alpha$ ・IL-6低下，CRP低下

### 2. 心臓に対する効果

- a) 左室機能：安静時左室駆出率不変または軽度改善，運動時心拍出量増加反応改善，左室拡張早期機能改善
- c) 冠循環：冠動脈内皮機能改善，運動時心筋灌流改善，冠側副血行路増加
- d) 左室リモデリング：悪化させない（むしろ抑制），BNP低下

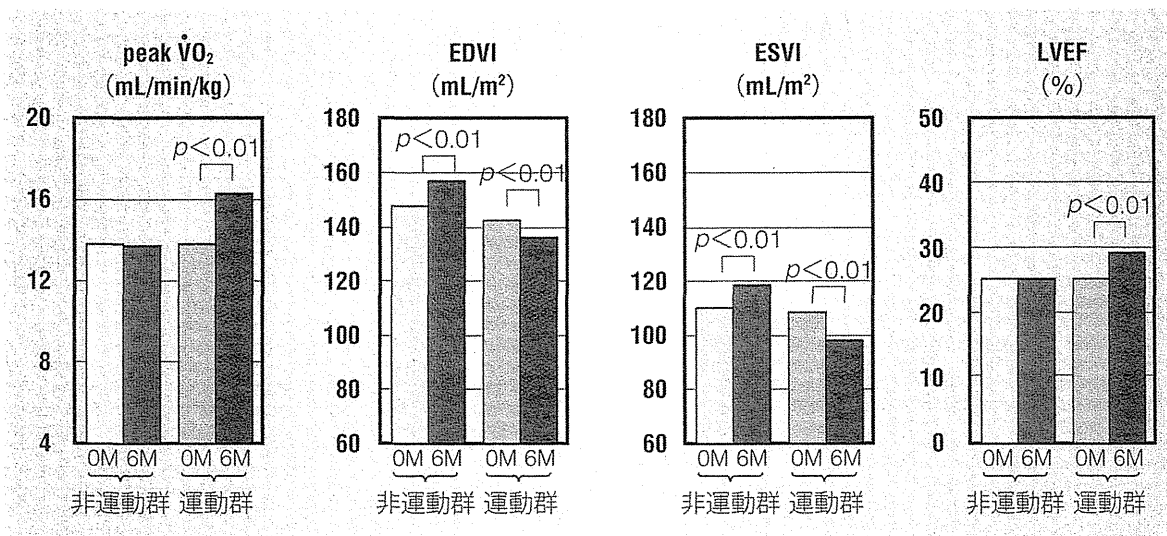
### 3. 心理的要因に対する効果

- a) 不安抑うつ：軽減
- b) QOL：健康関連QOL改善

### 4. 長期（予後に対する効果）

- a) 心不全再入院：減少
- b) 死亡率：無事故生存率改善，総死亡率低下（メタ解析）

〔後藤葉一：心不全に対する心臓リハビリテーションと運動療法。狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション（第4版），2009〕



図XI-3. 心不全の運動療法の抗リモデリング効果 (ELVD-CHF 試験)

慢性心不全患者 90 名 [左室駆出率 (LVEF) 25±4%, β遮断薬服用 20%] を非運動群 (45 名) と運動群 (45 名) に無作為に割付けし, 6 カ月後に運動耐容能, 心エコー検査を実施した. 運動群では最高酸素摂取量 (peak  $\dot{V}O_2$ ), LVEF が改善し, 左室容積 [左室拡張末期容積係数 (EDVI), 収縮末期容積係数 (ESVI)] の縮小がみられたが, 非運動群ではむしろ左室拡大がみられた. (Giannuzzi P et al, Circulation 108 : 554-559, 2003)

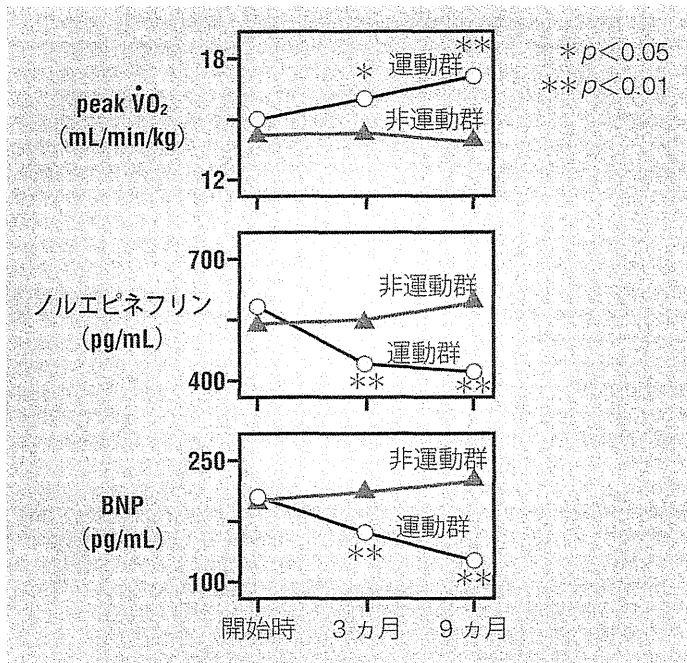
等度の運動強度 (peak  $\dot{V}O_2$  の 40~70% 程度) で 2~6 カ月間の運動療法を施行し, peak  $\dot{V}O_2$  で 15~30% (平均約 20%) の増加が得られる.

運動療法による運動耐容能増加効果は, 心機能を介するものではなく, 骨格筋や末梢血管などの末梢機序を介するものである<sup>1,2)</sup>. すなわち, 心不全に対する運動療法により, ①骨格筋の筋肉量・ミトコンドリア容積の増加, ②骨格筋代謝および機能の改善, ③呼吸筋機能の改善がみられる. また, 末梢血管の内皮依存性拡張反応の改善が認められ, この血管拡張反応の改善度と運動耐容能の改善度が相関する.

心臓に対する効果のうち, LVEF については, 運動療法により改善するという報告と, 不変という報告が混在し, メタ解析ではわずかに改善する (+3%) とされる. 一方, 拡張機能については, 運動療法により改善するとの報告が多い. また, 従来, 低心機能患者が運動療法を実施すると, 左室リモデリングが悪化するのではないかとの懸念があったが, ELVD-CHF 研究<sup>3)</sup> では, LVEF<40% の慢性心不全症例において, むしろ運動療法により左室拡大が抑制され, 適切な運動療法は, 抗リモデリング効果を有することが示されている (図XI-3). また, 左室負荷を反映する血中 BNP も, 運動療法により低下する (図XI-4).

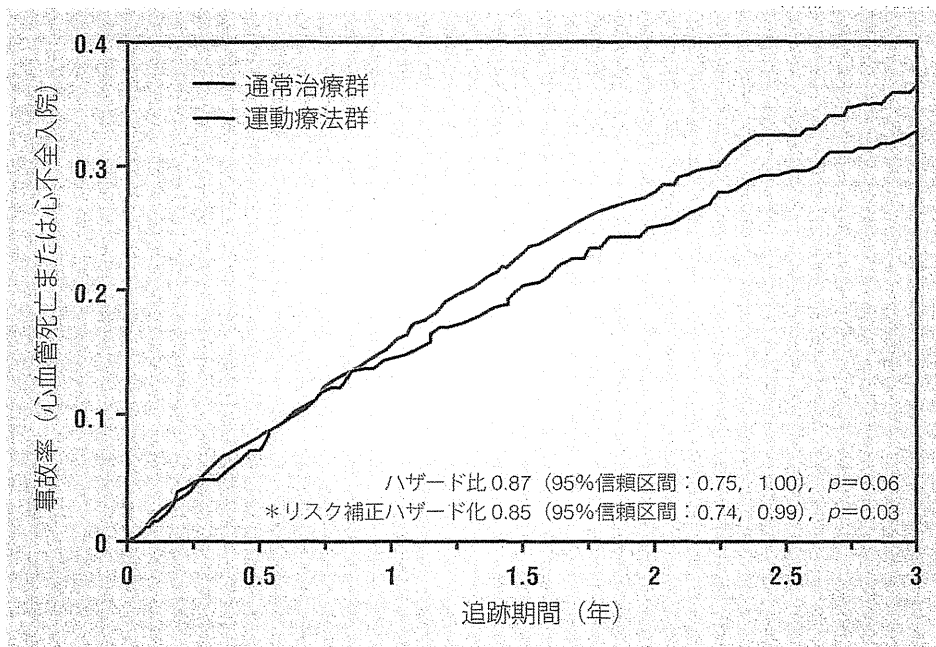
心不全患者では, 交感神経活性が亢進し, 副交感神経系が低下しているが, 運動療法によりこれらが正常化に向かう. すなわち, 交感神経活性が抑制され, 血中のノルエピネフリンは低下し (図XI-5), その一方で副交感神経活性が活性化される. また, 呼吸中枢の CO<sub>2</sub> 感受性が改善し, 心不全患者でみられる, 運動時の換気亢進が軽減する. さらに, 運動療法により心不全患者の血中サイトカインや炎症マーカーが低下することや, 骨格筋の抗酸化酵素遺伝子の発現が増加することが報告されている. 慢性心不全の病態悪化に関連するこれら複数の要因の改善は, 運動療法が心不全の病態に対して好ましい効果を与えることを示唆している.





図XI-4. 慢性心不全の運動療法が神経体液因子に及ぼす効果

慢性心不全患者 [左室駆出率 (LVEF) 平均 35%] を運動療法群 (n=44) と非運動群 (n=44) とに無作為割り付けし、9ヵ月間追跡したところ、運動療法群においてのみ運動耐容能 (peak  $\dot{V}O_2$ ) 増加、ノルエピネフリン低下、BNP 低下が認められた。(Passino, JACC 47: 1835-1839, 2006)



図XI-5. HF-ACTION 試験：慢性心不全に対する運動療法の長期予後改善効果

安定慢性心不全患者 [左室駆出率 (LVEF) 中央値 25%] 2,331 人を対象とした HF-ACTION 試験において、運動療法群は通常治療群に比べ、事故率 (心血管死亡または心不全入院発生率) が 13% 低かった ( $p=0.06$ )。主要背景因子の補正後、リスク減少率は 15% となり統計学的に有意であった ( $p=0.03$ )。(O'Connor CM et al, JAMA 301: 1439-1450, 2009)

運動療法は、心不全患者の生活の質（QOL）および予後に対しても有効である。運動療法により心不全患者の不安、抑うつが軽減され、健康関連 QOL が改善する。長期予後に関しては、2004 年の ExTraMATCH 研究において 9 編の無作為割付け試験のメタ解析<sup>4)</sup>が行われ、運動療法施行群のほうが対照群に比べ、生存率、無事故生存率（死亡+入院）が有意に良好であることが示された。また、2009 年に発表された大規模臨床試験 HF-ACTION<sup>5)</sup>では、 $\beta$  遮断薬を含む最適薬物治療を実施されている慢性心不全患者に、運動療法を上乗せすることにより、心不全悪化を含む心事故や、整形外科的の傷害による有害事象が増加することなく、運動耐容能と QOL が改善し、心事故（心血管死亡+心不全入院）が 13% 減少（背景因子補正後は 15% 減少）することが明らかになった（図 XI-5）。これらのエビデンスを踏まえて、米国心臓学会（ACC/AHA）の慢性心不全マネジメントガイドライン 2009 年改訂版<sup>6)</sup>、ヨーロッパ心臓学会（ESC）の急性・慢性心不全ガイドライン 2008 年版<sup>7)</sup>、日本循環器学会の『慢性心不全治療ガイドライン（2010 年版）』<sup>8)</sup>、同じく『心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン 2012 年改訂版』<sup>14)</sup>では、慢性心不全に対する運動療法を強く推奨している。

## 文献

- 1) Pina IL et al : AHA Scientific Statement. Exercise and heart failure. A Statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* **107** : 1210-1225, 2003
- 2) 後藤葉一：心不全に対する心臓リハビリテーションと運動療法。狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション 第 4 版，齋藤宗靖・後藤葉一（編），南江堂，東京，p253-268，2009
- 3) Giannuzzi P et al : Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure; results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction and Chronic Heart Failure (ELVD-CHF) Trial. *Circulation* **108** : 554-559, 2003
- 4) ExTraMATCH collaborative : Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* **328** : 189-192, 2004
- 5) O' Connor CM, et al : Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure. HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* **301** : 1439-1450, 2009
- 6) Hunt SA et al : 2009 Focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 guidelines for the diagnosis and management of heart failure in adults; a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* **119** : e391-e479, 2009
- 7) 松崎益徳ほか：慢性心不全治療ガイドライン（2010 年改訂版）。  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010\\_matsuzaki\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010_matsuzaki_h.pdf)
- 8) Dickstein et al : ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *Eur Heart J* **29** : 2388-2442, 2008
- 9) 野原隆司ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン（2007 年改訂版）  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007\\_nohara\\_d.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_d.pdf)

## ▶ 4. 慢性心不全に対する運動療法の実際

### a. 適応患者の選定

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 心機能分類クラス II-III の症例である。「安定期にあるコントロールされた心不全」とは、少なくとも過去 1 週間において心不全の自覚症状・身体所見の増悪がなく、かつ体液量が適正（euvolemic）に管理されていることを指す。“euvolemic”とは、具体的には中等度以上の肺うっ血，胸水，下肢浮腫がないことを意味する。ここで注意すべきことは「労作時息切れ

などの心不全の自覚症状は、「コントロールされていなくてもよい」ということである。なぜなら、労作時息切れなどの自覚症状を改善させるために実施するのが運動療法だからである。

心不全の運動療法の絶対的禁忌と相対的禁忌を表XI-2に示す。NYHA心機能分類IV度の心不全は、全身的な運動療法の適応にはならないが、局所的・個別的な骨格筋トレーニングの適応となりうる。一般的に禁忌と思われがちであるが、必ずしも禁忌でないものとして、①高齢、②左室駆出率（LVEF）高度低下、③補助人工心臓（LVAS）装着中の心不全、④植込み型除細動器（ICD）・除細動付き心室再同期療法（CRT-D）装着後が挙げられる。

## b. 慢性心不全の運動療法における運動処方

心不全に対する運動療法は、心電図モニターを用いた監視下運動療法から開始されるべきであり<sup>1-3)</sup>、安全性が確認された後、非監視下在宅運動療法に移行する。表X-3に、現時点で推奨される心不全に対する運動処方を示す<sup>3)</sup>。

「運動処方」とは、運動療法を安全かつ効果的に実施するための運動療法内容に関する具体的指示のことで、「①運動の種類、②強度、③持続時間、④頻度」の4項目を含み、通常、運動負荷試験結果に基づいて医師により決定される。

表XI-2. 心不全の運動療法の禁忌

I. 絶対的禁忌	1) 過去1週間以内における心不全の自覚症状（呼吸困難、易疲労性など）の増悪 2) 不安定狭心症または閾値の低い平地【ゆっくり歩行（2 METs）で誘発される】心筋虚血 3) 手術適応のある重症弁膜症、特に大動脈弁狭窄症 4) 重症の左室流出路狭窄（閉塞性肥大型心筋症） 5) 未治療の運動誘発性重症不整脈（心室細動、持続性心室頻拍） 6) 活動性の心筋炎 7) 急性全身性疾患または発熱 8) 運動療法が禁忌となるその他の疾患（中等症以上の大動脈瘤、重症高血圧、血栓性静脈炎、2週間以内の塞栓症、重篤な他臓器障害など）
II. 相対的禁忌	1) NYHA心機能分類IV度または静注強心薬投与中の心不全 2) 過去1週間以内に体重が2 kg以上増加した心不全 3) 運動により収縮期血圧が低下する例 4) 中等症の左室流出路狭窄 5) 運動誘発性の中等症不整脈（非持続性心室頻拍、頻脈性心房細動など） 6) 高度房室ブロック 7) 運動による自覚症状の悪化（疲労、めまい、発汗多量、呼吸困難など）
III. 禁忌とならないもの	1) 高齢 2) 左室駆出率低下 3) 補助人工心臓（LVAS）装着中の心不全 4) 植込み型除細動器（ICD）装着例

【野原隆司ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン（2007年改訂版）】

表XI-3. 心不全の運動療法における運動処方

運動の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 歩行（初期は屋内監視下）、自転車エルゴメータ、軽いエアロビクス体操、低強度レジスタンス運動</li> <li>▶ 心不全患者には、ジョギング、水泳、激しいエアロビクスダンスは推奨されない。</li> </ul>
運動強度	<p>■ 開始初期</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 屋内歩行 50～80 m/分×5～10 分間または自転車エルゴメータ 10～20 W×5～10 分間程度から開始する。</li> <li>▶ 自覚症状や身体所見を目安にして 1 ヶ月程度をかけて時間と強度を徐々に増量する。</li> <li>▶ 簡便法として、安静時 HR+30 拍/分（β 遮断薬投与例では安静時 HR+20 拍/分）を目標 HR とする方法もある。</li> </ul> <p>■ 安定期到達目標</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 最高酸素摂取量（peak <math>\dot{V}O_2</math>）の 40～60% のレベルまたは嫌気性代謝閾値（AT）レベルの HR</li> <li>b) 心拍数予備能（HR reserve）の 30～50%，または最大 HR の 50～70% <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Karvonen の式（[最高 HR-安静時 HR] × k + 安静時 HR）において、軽症（NYHA 心機能分類 I～II 度）では k=0.4～0.5，中等症～重症（NYHA 心機能分類 III 度）では k=0.3～0.4</li> </ul> </li> <li>c) 自覚的運動強度（RPE または Borg 指数）：11（“楽である”）～13（“ややきつい”）のレベル</li> </ul>
運動持続時間	▶ 1 回 5～10 分×1 日 2 回程度から開始，1 日 30～60 分（1 回 20～30 分×1 日 2 回）まで徐々に増加させる。
頻度	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 週 3～5 回（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）</li> <li>▶ 週 2～3 回程度，低強度レジスタンス運動を併用してもよい。</li> </ul>
注意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 開始初期 1 ヶ月間は特に低強度とし，心不全の増悪に注意する。</li> <li>▶ 原則として開始初期は監視型，安定期では監視型と非監視型（在宅運動療法）との併用とする。</li> <li>▶ 経過中は，常に自覚症状，体重，血中 BNP の変化に留意する。</li> </ul>

[野原隆司ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン（2007 年改訂版）]

### 1) 運動の種類

心不全患者に推奨される運動の種類は，屋内での歩行，屋内での自転車エルゴメータ，軽いエアロビクス体操，低強度レジスタンス運動などである。通常的心臓リハビリテーションで推奨される，ジョギング，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<sup>3)</sup>。

等尺性運動を主体とした筋力強化トレーニングは，心負荷を増加させるため，以前は心疾患患者には禁忌と考えられた。しかし，最近では心不全患者や高齢者など筋力低下が著しい場合に，個別的な筋力強化トレーニング（低～中強度負荷の反復運動によるレジスタンス運動）を全身の好氣的運動と組み合わせると，運動耐容能および QOL の改善効果が大きいとされる<sup>3)</sup>。ゴムベルト（セラバンド）や軽いダンベル（1～2 kg）を使用した四肢筋の個別的な屈伸運動の繰り返しを，Borg 指数 11～13 の強度で 15～20 分間，週 2～3 回行う。

### 2) 運動強度

心不全の運動療法においては，低強度かつ短時間の運動トレーニングの複数回繰り返しから開始し，自覚症状や身体所見を観察しながら徐々に（通常 1 週ごとに）時間と強度を

増して行くことが基本である。

安定期の運動強度の決定方法には、表XI-3に示す3つの方法がある<sup>2,3)</sup>。心不全患者の運動処方決定の際には、可能であれば呼気ガス分析を併用した症候限界性心肺運動負荷試験(CPX)を実施すべきである<sup>1)</sup>。なぜなら、心不全患者では運動に対する心拍数反応が低下しているうえ、近年ほとんどの症例にβ遮断薬が投与されており、心拍数による運動強度決定の精度が低下しているからである。CPXは、正確なデータを得るためには、運動療法開始初日より、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ほうが望ましい。

運動強度レベルとして、低～中強度(peak  $\dot{V}O_2$  の40～60%のレベル)が推奨される。CPXで得られる嫌気性代謝閾値(anaerobic threshold: 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安全であり、理論的に適切とされる。ただし、重症心不全や高齢患者では、運動中の周期性呼吸(oscillatory ventilation)のためATの決定が困難な場合がある。心拍数予備能(heart rate reserve)を用いる場合、非心不全例ではKarvonenの式(トレーニング心拍数=[最高心拍数-安静時心拍数]×k+安静時心拍数)において、k=0.5～0.6の中強度運動が適用されるが、心不全例の場合は、軽症(NYHA心機能分類クラスⅡ)ならk=0.4～0.5、中等症～重症(NYHA心機能分類クラスⅢ)ならk=0.3～0.4の低強度とすることが望ましい。なお、Karvonenの式における最高心拍数として「220-年齢」による予測最大心拍数を用いることは不適切であり、実測値を用いるべきである。

症候限界性運動負荷試験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(Rating of perceived exertion [RPE], Borg指数)で6(安静時)～20(“もうだめ”)のスコアのうち、11(“楽である”)～13(“ややきつい”)のレベルとする。

運動強度決定に際しては、その時点での自覚症状と運動耐容能データのみに基づくのではなく、左室機能、血中BNPの推移、投薬内容などの心不全重症度や臨床背景を考慮に入れることが重要である。開始時にBNPが400 pg/mL以上、あるいは左室拡張期径70 mm以上を示す症例では、極めて低強度とし、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<sup>2)</sup>。

### 3) 運動の持続時間と頻度

初期には極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、約1ヵ月かけて徐々に目標運動強度まで増加させてゆく。運動量増量の順序は、まず短時間運動(5～10分)の繰り返し回数(2～3回)を増し、次に、運動強度は据え置いたまま1回の運動持続時間を延長し、1回の運動時間が15分程度に達したのちに運動強度を増すのが原則である<sup>3)</sup>。安定期においては、1回20～30分の持続で2回繰り返す、合計40～60分/日とする。運動の頻度は、重症心不全例は週3回とし、軽症～中等症例では週5回まで増量してもよい。

## c. 経過中の注意事項：モニタリングと運動処方見直し

### 1) モニタリング

心不全に対する運動療法を安全かつ有効に実施するためには、経過中のモニタリングと定期的な運動処方の見直しが必須である。経過中のモニタリングとして、毎回の運動療法開始前および運動中に自覚症状と身体所見のチェックを行うほか、初期1ヵ月間は毎週、その後は1ヵ月ごとに医師が面接を行い、患者の自覚症状、身体所見、血中BNP、運動耐容能検査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。

運動負荷量が過大であることを示唆する指標として、①自覚症状（倦怠感持続、前日の疲労感の残存、同一負荷量におけるBorg指数の2以上の上昇）、②体重増加傾向（1週間で2kg以上増加）、③心拍数増加傾向（安静時または同一負荷量における心拍数の10拍/分以上の上昇）、④血中BNP上昇傾向（前回よりも100pg/mL以上の上昇）、が挙げられる<sup>2)</sup>。

特に、運動療法導入初期（1～2週間）には、最適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、心不全増悪の有無をチェックし、運動量の最適化と患者の不安の解消を図る。運動療法導入1～2週間後に、体重の増加やうっ血の増強を伴う一過性の心不全の増悪が出現することがあるが、多くの場合、水分制限や利尿薬の一時的増量、運動量の一時減量で対処可能である。

国立循環器病研究センターのデータ<sup>2)</sup>では、平均LVEF 25%の中等症～重症心不全の運動療法において、プログラムからの脱落の原因となった心事故（心不全悪化、低血圧、不整脈）の発生頻度は5%、運動療法の一時休止を要した心事故の頻度は8%で、心事故予測因子として、左室拡大（拡張期径65mm以上）、BNP高値、運動耐容能低下、運動時換気亢進、ペースメーカーまたはICD植込みが挙げられている。

### 2) 運動処方の見直し

運動療法開始一定期間後（国立循環器病研究センターでは開始1ヵ月後および3ヵ月後）にCPXを実施して、運動処方（トレーニング心拍数）の見直し（改訂）を行う。順調に運動耐容能が増加し、BNPが下降している症例では、運動強度・運動時間・頻度を段階的に増加させることが可能であるが、運動耐容能・BNPが改善不良あるいは心不全が増悪傾向の症例では、運動メニューの再検討（運動強度軽減または時間短縮など）が必要である。

1ヵ月経過後は、安定例では在宅（非監視下）運動療法に移行可能であるが、重症心不全では、安全確保とアドヒアランス維持の観点から、定期的な（週1回程度の）外来通院型監視下運動療法の継続併用が望ましい。

## d. 学習指導とカウンセリング

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、①心不全に関する正しい知識（心不全の病態、増悪の誘因、増悪時の初期症状、冠危険因子など）の伝達、②生活改善・再発予防への動機付けと対策の徹底（食事療法、

服薬指導，体重管理，自己検脈指導，増悪予防の方法など)，③日常生活での活動許容範囲，について本人および家族に十分教育する。この際，体重を毎日測定し記録するよう指導すること，および生活管理に家族（キーパーソン）を巻き込むことが，運動療法を安全・確実に実行する上でも重要である。

また，カウンセリングとして個人面談を実施し，社会復帰や職場復帰へのアドバイス，不安やうつ状態などの心理的側面についての相談を行うことも忘れてはならない。

#### 文献

- 1) Pina IL et al : AHA Scientific Statement. Exercise and heart failure. A Statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* **107** : 1210-1225, 2003
- 2) 後藤葉一：心不全に対する心臓リハビリテーションと運動療法. 狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション 第4版, 齋藤宗靖・後藤葉一 (編), 南江堂, 東京, p253-268, 2009
- 3) 野原隆司ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2012年改訂版).  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012\\_nohara\\_d.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_nohara_d.pdf)

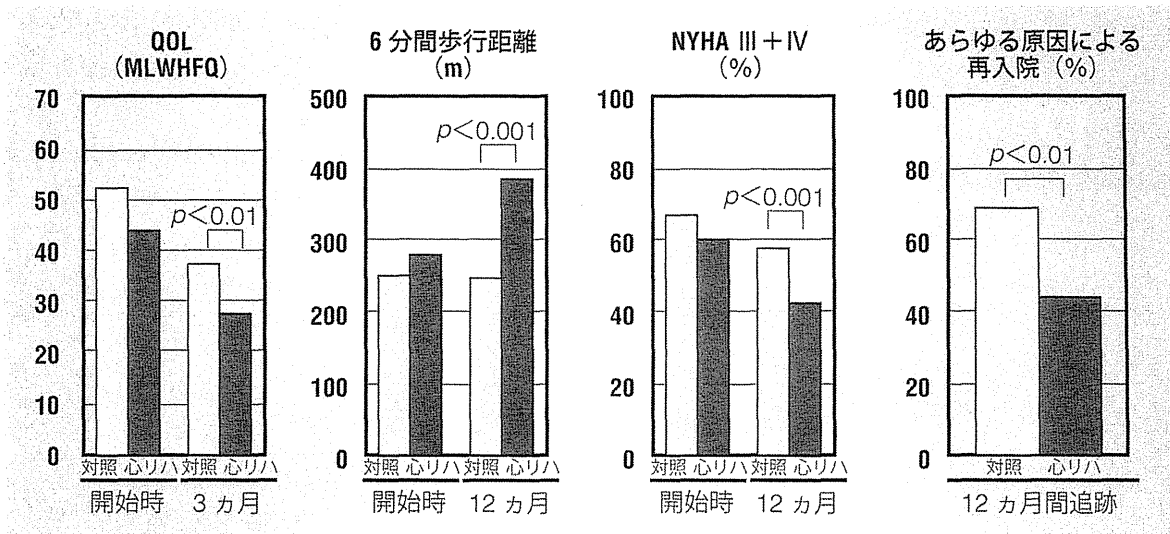
## ▶ 5. 慢性心不全の疾病管理プログラムとしての心臓リハビリテーション

### a. 慢性心不全の疾病管理プログラム

近年欧米では慢性心不全の「疾患管理プログラム (disease management program)」として，医師・看護師・薬剤師・栄養士・理学療法士・訪問看護師などの多職種により，退院前教育，食事・服薬指導，カウンセリング，退院後の電話や訪問を含む介入 [多職種介入 (Multidisciplinary intervention)] を統合的計画的に実施することにより，慢性心不全患者の再入院率が低下し，QOLが改善し，医療費を節減できたとの報告が増加しつつある<sup>1)</sup>。

一方，回復期心臓リハビリプログラムでは，運動療法だけでなく，再発予防のための生活指導や冠危険因子是正教育も行われるので，心不全の疾患管理プログラムとしての役割を期待できる。心不全で入院した患者に対して，急性期の心不全クリニカルパス導入後，入院中に回復期心臓リハビリプログラムにエントリーし，退院後に外来通院心臓リハビリに移行し，慢性安定期の維持期心臓リハビリまで繋ぐことにより，急性期から慢性期まで切れ目のない心不全疾患管理プログラムを構築することが可能である。

最近 Davidson<sup>2)</sup> らは，入院した中等症の心不全患者 105名を対象として，外来心臓リハビリ介入として，①週1回の監視下運動療法，②心不全専門看護師による心不全評価および多職種による教育指導，③在宅運動療法指導，④電話相談を3ヵ月間実施した結果，外来心臓リハビリ介入群は通常治療群に比べ，3ヵ月時点でのQOLと6分間歩行距離が有意に良好で，12ヵ月後時点では6分間歩行距離の延長に加え，心不全重症度が低く，再入院率が有意に低かったと報告している (図XI-6)。すなわち，心不全に対する外来心臓リハビリプログラムは，運動耐容能を改善するのみならず，再入院予防効果を有する疾病管理プログラムとして有用と考えられる。



図XI-6. 心不全疾病管理プログラムとしての心臓リハビリプログラム

入院した心不全患者 105 名 (平均 62 歳, NYHA 心機能分類クラス III 64%) を, 心臓リハビリ介入群 53 名と通常治療群 52 名に無作為に割付けし, 心臓リハビリ介入群に対して, 週 1 回の監視下運動, 心不全専門看護師による教育指導と心不全チェック, 在宅運動療法指導, 電話相談を 3 カ月間実施し, 12 カ月後までの予後を追跡した。その結果, 介入群において QOL の改善, 6 分間歩行距離の改善, NYHA 心機能分類クラス III・IV の重症心不全比率の低下, およびあらゆる原因による再入院率の低下が認められた (Davidson PM et al, Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 17 : 393-402, 2010)。

## b. 外来心臓リハビリテーションが疾病管理プログラムとして機能するメリット

外来心臓リハビリが実際に疾病管理プログラムとして機能するメリットを表XI-4

す。心臓リハビリプログラムは, 心不全看護師主導の心不全管理プログラムに比べて, ①入院中から開始し, 退院後まで切れ目なく継続できる, ②心不全の管理だけでなく, 心筋虚血監視・不整脈監視・運動指導・冠危険因子是正までの多面的介入が可能である, ③多職種チームとしてすでに活動中であり, 新規のチーム構築が不要である, ④循環器内科医の協力を得ることが容易である, ⑤運動療法による心不全病態改善効果 (血管内皮機能改善, 自律神経機能改善, 抗動脈硬化作用, 炎症性サイトカイン抑制) が期待できる, ⑥わが国では, 慢性心不全の心臓リハビリはすでに保険適用承認済みで, 採算面での安定性が期待できる, といった多くのメリットを有しており, すでに心不全管理プログラムとしての条件が整っていると考えられる。

## c. 疾病管理プログラムとしての外来心臓リハビリテーションのポイント

疾病管理プログラムとしての外来心臓リハビリを実際に運営する際の留意事項として, 筆者が考えるポイントを表XI-5に示す<sup>3)</sup>。その骨子として, ①疾病管理プログラムとしての心臓リハビリは, 医師が主導する退院計画プログラム, 看護師のみが実施する患者教育プログラム, 理学療法士や運動指導士が実施する運動プログラムのいずれでもなく, 医学的評価・生活指導・運動療法を兼ね備えた包括的多職種介入プログラムであること, ②ここでは医療者から患者への一方向的な教育指導ではなく, 患者の理解と意欲に基づく自立的な在宅自己管理に向けての支援がキーパーソンを巻き込んで行われること, ③短期集中型プログラムではなく, 長期にわたり継続される外来通院型プログラムであること, が挙



表XI-4. 外来心臓リハビリテーションが心不全疾病管理プログラムとして機能するメリット

1)	入院中（退院前）から開始し退院後（外来）まで切れ目のない疾病管理が可能
2)	心不全の管理に加えて、心筋虚血監視・不整脈監視・運動指導・冠危険因子是正まで可能 ▶心不全看護師主導の心不全管理プログラムに比べ、より多面的な介入
3)	多職種による心疾患対応チームとしてすでに活動中 ▶新規のチーム構築が不要
4)	循環器内科医が関与するプログラムである ▶運営上あるいは緊急時に循環器内科医の協力を得ることが容易
5)	運動療法による心不全病態改善効果（血管内皮機能改善、自律神経機能改善、抗動脈硬化作用、炎症性サイトカイン抑制）が期待できる ▶単なる生活指導プログラムではなく心不全病態への介入プログラムである
6)	わが国では慢性心不全の心臓リハビリはすでに保険適応承認済み ▶採算面で安定している

表XI-5. 心不全に対する疾病管理としての心臓リハビリのポイント

1)	疾病管理としての心臓リハビリは、病院滞在型ではなく外来通院型である。
2)	スタッフとして理学療法士・運動指導士主体ではなく、看護師と栄養士の役割が重要である。
3)	プログラムの内容は運動療法だけでなく、医学的評価と生活指導（二次予防教育・心不全管理）を重視する。したがって患者の心臓リハビリ室滞在時間中に、運動時間だけでなく、個人面談時間を確保する。
4)	患者教育では、疾患についての一般的知識の理解を達成目標とするのではなく、自己管理への動機付けと個別的・具体的な目標設定を重視する。
5)	外来心臓リハビリでチェックすべき項目は、虚血性心疾患ではカロリー・塩分過剰摂取（体重増加・中性脂肪上昇・血圧上昇）と運動不足（座業）、心不全では塩分・水分過剰摂取（体重増加・心不全増悪）と運動不足（過剰安静）である。
6)	疾病管理としての心臓リハビリにおいて、運動は目的でなく再発予防の手段である。したがって患者は運動療法を受けるだけでなく、運動療法の安全かつ効果的な実施方法を体得し自ら運動療法を実施できるようになることが必要。
7)	運動療法効果を得るには心臓リハビリ室での運動（週1~2回）だけでは不十分である。したがって、在宅運動療法を含めた1週間の総運動時間を確保することが重要。
8)	疾病管理としての心臓リハビリの最終目標は社会復帰や体力回復ではなく、再発予防・健康長寿である。したがって一定期間で終了するものではなく、長期継続・生活習慣化が重要。
9)	長期継続（運動アドヒアランス）への動機付けとして、運動耐容能や冠危険因子の改善状況を客観的に評価し、患者に伝えることが重要。
10)	家族（キーパーソン）に再発予防・疾病管理・運動療法について理解してもらうことがアドヒアランス向上・予防介入成功の鍵であり、個人面談に家族の同席を勧める。
11)	患者のモチベーションを高め維持するためには、コメディカルスタッフの説明だけでなく、担当医・主治医からの心臓リハビリ推奨のひと言がきわめて有効。

（後藤葉一：循環器予防介入としての心臓リハビリテーション。エビデンスに基づく循環器予防医学，和泉徹（監修），南山堂，p311-317，2012）

## 文献

- 1) McAlister FA et al : Multidisciplinary strategies for the management of heart failure patients at high risk for admission; a systematic review of randomized trials. J Am Coll Cardiol **44** : 810-819, 2004
- 2) Davidson PM et al : Can a heart failure-specific cardiac rehabilitation program decrease hospitalizations and improve outcomes in high-risk patients? Eur J Cardiovasc Prev Rehabil **17** : 393-402, 2010
- 3) 後藤葉一：循環器予防介入としての心臓リハビリテーション。エビデンスに基づく循環器予防医学，和泉徹（監修），南山堂，東京，p311-317，2012

## ▶ 6. わが国における現状と今後の課題

わが国では，平成18年4月の診療報酬改定により，慢性心不全が「心大血管リハビリテーション」の対象疾患として承認された。対象となる慢性心不全の条件として，①左室駆出率（LVEF）40%以下，②血中BNP 80 pg/mL以上，③最高酸素摂取量 80%以下，のいずれかを満たすこととされている。また，慢性心不全ガイドラインにおいて運動療法が推奨されており，保険診療として心不全の運動療法を実施する環境は整っている。ただし，外来心臓リハビリ実施施設がまだまだ極めて少ない点が大きな問題であり，今後，外来心臓リハビリ実施施設の増加が待たれる<sup>1)</sup>。

また，心臓リハビリ不参加の患者側要因として，脳血管疾患・整形外科疾患などの医学的理由のほか，仕事・多忙・遠方居住・経済的理由・運動嫌い・疾患への無理解・主治医の推奨の欠如などが挙げられているが，これらのうち，主治医の推奨の強さが心臓リハビリ参加の最も強力な規定因子であると報告されている。したがって，医療者が患者に対して心臓リハビリ参加を積極的に推奨することが極めて重要であり，今後，患者・家族のみならず医療者への啓発や医学教育カリキュラムへの心臓リハビリの組み込みが必要である<sup>1)</sup>。

## 文献

- 1) 後藤葉一：心血管治療としての心臓リハビリテーション：過去・現在・未来。心臓リハ **17** : 8-16, 2012

## 第7章 虚血性心疾患

### 虚血性心疾患診断・治療の変遷

Transition in diagnosis and treatment of ischemic heart disease

岡井 巖 順天堂大学・循環器内科学  
代田浩之 順天堂大学教授・循環器内科学

#### 【概説】

虚血性心疾患は先進諸国だけでなく、発展途上国においても主要死因の1位になり、その予防とより効率的な診断および治療の普及は世界の循環器専門医の課題である。

虚血性心疾患の診断法においては最近の画像診断も進歩が目覚ましいが、振り返ってみると基本的な病歴聴取と負荷心電図を用いた診断過程が相変わらず基本かつ重要な診断法といえる。しかしながら、ここ20年で明らかにされてきた急性冠症候群の病態、すなわち不安定プラークの破綻やびらんを事前に察知する診断法については、現在多くの研究者が注目しているこれからの課題である。一方、治療においては過去30年間のカテーテル治療の進歩が著しく、残された課題としては冠動脈バイパスとPCIとの使い分け、LMT病変やCTOなど特殊な病型へのアプローチ、そして虚血を基礎とした慢性心不全への治療である。

#### 【診断の変遷】(表1)

虚血性心疾患の歴史は、1768年にHeberdenが狭心症という言葉を用いたところから始まる。1901年に心電図が開発され

表1 診断の変遷

1768年	Heberdenが狭心症を記述
1901年	Einthovenによる心電図の開発
1912年	Herrickが心筋梗塞を記述
1950年	アメリカ人兵士の冠動脈に動脈硬化を発見
1954年	Edlar, Hertz心臓超音波検査の開発
1959年	Sonesによる選択的冠動脈造影
1967年	Judkinsによる冠動脈造影
1972年	核医学(Xe-133ガス)による心筋血流評価
1975年	タリウムによる心筋血流評価
1988年	IVUSの臨床応用
1992年	Fusterによるプラーク破綻のメカニズム解明
1998年	MDCTの導入
2004年	64列MDCTの導入

ると、狭心症や心筋梗塞と心電図変化の研究が続けられ、虚血性心疾患の初めの診断方法として発展した。

1950年代、アメリカでは急性心筋梗塞患者が増加し注目されていた。当時朝鮮戦争で死亡したアメリカ人兵士の解剖から冠動脈の動脈硬化が発見され、虚血性心疾患と動脈硬化の関連が明らかとなった。そのことにより、虚血性心疾患の診断に新たな発展が生まれた。

1959年にSonesにより初めて選択的冠動脈造影(coronary angiography; CAG)が行われ、冠動脈の直接的な情報が入手できるようになり、治療の発展にも繋がる革新的な変化となった。その後心臓超音波や心臓核医学検査といった非侵襲的検査とともに、診断は急速に発展した。心臓核医学検査は、1960年代には冠動脈内にラジオアイソトープを投

与する方法が用いられていたが、1972年に<sup>133</sup>Xeが用いられ、初めて心筋血流量が解析されるようになった。1975年にタリウムの静脈内投与により鮮明な心筋血流分布が得られるようになり、広く普及した。

CAGは1960年代後半頃Judkinsらにより改良され、より身近な検査となり、虚血性心疾患のgolden standardとして定着した。CAGは現在も重要な検査法であり、デバイスの改良や焼骨アプローチの普及により安全性は高まっているが、近年は非侵襲的な検査による冠動脈評価に注目が集まっている。

新たな機器の開発により、心臓CT、心臓MRIといった非侵襲的な画像診断法が発展し、詳細な冠動脈の情報が侵襲少なく得られるようになった。心臓CTは装置の多列化と高速化による撮像時間の短縮とともに発展する。1998年に4列MDCT(multi-detector-row CT)が登場した頃から臨床利用され始め、2004年に64列MDCTが導入されると広く普及した。64列MDCTを用いた研究のメタ解析においては、感度86~93%、特異度96%と報告され、高い診断能を呈するようになっている。また、プラークの質の評価や慢性完全閉塞病変の血管走行評価のように、PCIの手技の成功率や安全性の向上に有用であるとの観点からも評価を受けている。

今後、冠動脈造影検査に変わる非侵襲的検査として最も期待が高く、motion artifactや不整脈への対応、重度石灰化病変やステント内狭窄度判定などを強化し、さらなる診断能の発展が期待されている。

心臓MRIは被曝を伴わず、造影剤を使用せずに冠動脈評価を行える点で、また心電図同期法と呼吸同期法を併用することにより息止めを行わずに施行できるため、CTと比べより低侵襲な検査といえる。しかしながら、撮影時間が長いことCTほどは普及するに至っていない。冠動脈診断に関する正確さは一般的にはCTには及ばないが、CTの苦手とする高度石灰化症例や小児の冠動脈瘤診断な

どには有用と考えられる。現状では、負荷心筋パーフュージョンMRIによる機能的狭窄診断や心筋遅延造影法による心筋梗塞巣の客観的評価、シネMRIによる心筋壁運動評価と合わせて行う総合的な心臓評価法としての注目が大きい。

1992年に、Fusterらにより、急性心筋梗塞発症のメカニズムは冠動脈壁プラークの破綻に伴う血栓閉塞であると理解されるようになった。不安定プラーク破綻が急性冠症候群(acute coronary syndrome; ACS)発症の成因という概念から、虚血性イベントにつながる不安定プラークをいかなる方法で描出するかという点に注目が置かれ、それにより急性冠症候群の予知と発症予防を目指す研究が多くなされている。

以前より、血管内超音波(IVUS)を用いることでプラークの質の評価が行われていた。最近ではoptical coherence tomography(OCT)や血管内視鏡などの手法を用いた不安定プラーク描出の試みや、冠動脈CTやMRIを用いたプラークの質の評価が盛んに行われている。さらに不安定プラークと炎症の関連が明確になるにつれ、hs-CRP、MPO、PTX-3などバイオマーカーの測定により、プラークの不安定化を予測する研究も多くみられるようになり、今後も注目される。

#### 【治療の変遷】

##### 1. 内科的治療

虚血性心疾患の薬物療法は、狭心症発作に対する硝酸薬投与から始まった。1846年に初めてニトログリセリンが合成され、1870年代に臨床応用が開始された。その後は1964年にβ遮断薬(プロプラノロール)が、数年後に第一世代カルシウム拮抗薬が開発され、それぞれ虚血性心疾患の治療薬として使用され始めた。カルシウム拮抗薬に関しては、1995年に短時間作用型ニフェジピン投与による死亡率増加が報告されたことにより、長時間作用型の薬剤が使用されるように

表2 侵襲的治療の変遷

	CABG	PCI
1960年代	1967年 Favalaro が大伏在静脈を用いた CABG を初めて報告 Kolesov が内胸動脈グラフトを使用	
1970年代	1971年 橈骨動脈グラフト使用	
1980年代	<動脈グラフトの再評価>	1977年 Gruentzig が初めて PCI (冠動脈バルーン拡張) を施行 (急性冠閉塞, 再狭窄の課題) 1983年 急性心筋梗塞に対する Primary PT-CA が行われる
1990年代	1987年 胃大網動脈グラフト使用 1992年 橈骨動脈グラフト再評価 (低侵襲へ) 1995年 MIDCAB 1997年 OPCAB 1999年 日本で吸引型スタビライザー使用開始	1980年代後半: debulking デバイスの開発 1990年 Palmaz-Schatz stent の発売 (stent 再狭窄の課題)
2000年代	<OPCAB の時代>	2004年日本で DES の使用開始 (遅発性ステント血栓症の課題)

なった。1980年代後半に低用量アスピリンの二次予防効果, 1990年代前半に ACE 阻害薬の有効性が証明された。その後多くの臨床試験をもとに, 現在のガイドラインに明記されるような二次予防に関する治療戦略が確立されていった。

近年は, 特にスタチン系薬剤の効果に最も多くの注目が集まっている。強力な LDL-C 低下作用に加え抗炎症作用, 内皮機能改善作用, 抗血栓作用などの多面的作用が注目された。多くの臨床研究により実際にプラークの退縮や安定化に対する効果が認められ, 二次予防のみならず, 一次予防としても有効性が証明されている。一次予防に関しては, 直接的な有効性が確立している薬剤はスタチン系薬剤と低用量アスピリンのみであり, 動脈硬化のリスクファクターをいかにコントロールするかが重視されている。

1988年に Reaven が提唱した Syndrome X に始まり様々な検討がなされ, 1999年に WHO がメタボリックシンドロームという統一した基準を定めることにより普及した。その源流をコントロールすることが重要と考えられ, RAA 系阻害薬やインスリン抵抗性改

善薬などに注目が集まった。また, 血圧や糖尿病などの個々の疾患管理に関しては, 以前の目標値よりさらに厳格な管理を行う強化療法の有用性の検討もなされている。今後も治療薬剤の選択や各種疾患のコントロールの目標値設定などを含めた, 詳細な検証が重要といえるだろう。さらに, 最近は動脈硬化の進行に多くの因子が関連していることから, 包括的な治療の重要性が強調されている。

## 2. 侵襲的治療(表2)

### a. CABG

侵襲的治療は1960年代に行われたバイパス手術から始まった。諸説あるが, 1967年に Favalaro が大伏在静脈を用いて行ったバイパス手術が初めの報告である。PCI が行われ始めた頃には, すでに RCT (randomized control trial) が行われ, バイパス手術の長期予後改善効果が証明されている。

1980年代には, グラフト間の長期開存率の比較検討がなされ内胸動脈グラフトの有用性が明らかになると, 動脈グラフトの使用が高まった。内胸動脈以外の動脈グラフトとして, 胃大網動脈が使用されるようになった。当初は術後早期の閉塞が多く, 敬遠されてい

た橈骨動脈グラフトも, 術後早期の攣縮予防を講じることで良好な成績が得られることが明らかになった。

1990年代にはより低侵襲で安全な方法が検討され, MIDCAB (minimally invasive direct coronary artery bypass grafting) や OPCAB (off-pump CABG) が報告されるようになった。日本でも1999年に吸引型スタビライザーが導入され, 2000年以降は多くの施設で OPCAB の割合が高まり, 日本冠動脈外科学会の全国調査の結果でも2004年以降は CABG 全体の60%超を占めてきた。合併症による死亡率も大幅に低下し, 2007年には待期的手術の死亡率が1%未満になった。近年は, 侵襲の少ないカテーテル治療の発達に伴い, より重症化した患者や重度石灰化症例を対象とすることが多くなっている。

### b. PCI

PCI は1977年に Gruentzig により初めてバルーン血管形成術が行われたことに始まり, デバイスとともに多くの発展を遂げてきた。

POBA 時代は, 急性冠閉塞・解離や拡張不十分・平滑筋細胞増殖などによる慢性期再狭窄が問題となった。その問題を解決するために, 多くの新たなデバイスが開発された。

1980年代になると内腔径を保持するためにステントが開発された。1980年代後半には, debulking を目的とした Directional coronary atherectomy (DCA) や, Rotational atherectomy (ROTA) などが開発された。

1990年から広く使用され始めたベアメタルステント (bare metal stent; BMS) は, POBA の弱点は補ったものの, 新たに新生内膜増殖に伴うステント再狭窄という問題を抱えた。その問題を克服し, PCI に革新を与えたのは, 薬剤溶出性ステント (drug eluting stent; DES) の出現である。1999年より DES の臨床治験が開始され, その再狭窄抑制効果が証明された。日本でも2004年に DES が使用可能となり, 小血管・びまん性

病変・多枝病変・複雑な分岐部病変など, 従来 BMS では治療が困難であった病変にも PCI が行われるようになった。

大規模研究にて BMS と比較して再狭窄予防効果はあるが, 生命予後改善効果, 心筋梗塞発症抑制効果は認められないことや, DES が生命予後を悪化させる可能性まで示唆されるようになり再検討がなされた。その主因と考えられるのが, DES に固有の遅発性ステント血栓症であり, PCI の課題は再狭窄からステント血栓症に移行した。様々な検討により, 適切な抗血小板薬2剤の投与 (dual antiplatelet therapy; DAPT) および DAPT の投与期間や, より適切な PCI の検討 (IVUS guide 下の適切な apposition), さらに生体適合性の高いポリマーを使用した第二世代, 第三世代 DES の開発, さらにポリマー溶解型の DES・生体吸収型ステントの開発へと, さらなる進化を遂げようとしている。

現在では以前には考えられなかった LMT 病変や, 三枝病変などの治療も PCI で行うケースもみられるようになっており, PCI vs CABG の大規模研究が継続して行われている。いずれにしても, 今後も症例に応じて最も安全性が高く, かつ効果的で長期予後の改善が見込まれる治療法の選択が重要である。

## 虚血性心疾患診断の進め方

*Diagnostic process in ischemic heart disease*

山科 章 東京医科大学教授・循環器内科

### 【概説】

今日, 画像診断法の進歩は著しく, 虚血性心疾患診断の進め方も大きく変化している。冠動脈 CT の進歩により, 冠動脈病変が非侵襲的に容易に診断できるようになったことが最大の理由である。一方, 非侵襲的画像診断