

表 1 運動療法の身体効果(文献⁹⁾より改変)

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

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.

%減少することが明らかとなっており^{7,8)}, また冠動脈イベント発生率の低下も認められている⁹⁾. 最近の報告では, 48編の無作為割り付け試験における8,940例を対象としたメタアナリシスで, 運動療法を主体とした心リハにより, 急性心筋梗塞患者の総死亡率が通常治療と比べ20%低下($p=0.005$), 心死亡率が26%低下($p=0.002$)することが報告されている. 非致死性心筋梗塞発症も21%減少したが, 残念ながら有意差はなかった($p=0.15$)¹⁰⁾. その他, 1,821例の心筋梗塞患者における心リハへの参加の有無での予後を比較したところ, 心リハ参加群では死亡は56%, 心筋梗塞再発は28%減少した

という驚くべき効果が報告された¹¹⁾.

予後改善の機序は, ①運動療法により交感神経活動の抑制と副交感神経活動の亢進が得られ, それが心室細動閾値を上昇させ, 突然死のリスクを減らすこと, ②高血圧, 糖尿病, 脂質異常症, 肥満, 喫煙などの冠危険因子の是正の結果により, 冠動脈プラークの安定化から急性冠症候群の発生を防ぐこと, ③更に運動療法は冠動脈内皮機能の改善から冠予備能を高めることによって心筋虚血閾値を高めることなどが有力である. また, 左室機能障害を伴う虚血性心疾患を中心とした慢性心不全患者への1年間の運動療法が心不全悪化による再入院や心臓死

表2 急性心筋梗塞・開心術後急性期のリハビリテーションプログラム(文献¹³⁾より引用)

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	
I	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
II	4-6	3	一般病棟		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
III	5-7	4		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		
IV	6-8	5-6		100-200m 歩行 負荷	トイレ歩行可		検査は介助歩 行		
V	7-14	6-7		(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)			
VI	15-16	8-10	運動療法 室	必要に応じ運動 強度の再設定	シャワー可				ロビー で談話
VII	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)			

X
心筋梗塞(S T上昇型)の臨床

を有意に減少させたという報告^{4,12)}もあり、適切な運動療法が施行された場合、心不全を伴う症例においてもその有用性が期待できることが示唆されている。

2. 入院中リハビリテーションの進め方

表2に急性心筋梗塞・開心術後急性期のリハビリテーションプログラムを示した¹³⁾。日常生活の範囲を徐々に拡大しながら安全を確認し、自力通院可能、日常生活での自立が退院の基準となる。入院期間は2-3週間としているが、現在では重症度に応じて5-10日程度に短縮して用いる場合が多くなっている。

3. 生活指導の要点

具体的な日常生活での指導で重要なのは、復職の可否とタイミング、運動の可否と注意点、喫煙や飲酒、その他の嗜好物の摂取、トイレや

入浴などについてである。復職については急性期離脱後の病態評価が重要であり、できるかぎり運動耐容能を評価したうえでの指導が必要である。運動指導については後述する。喫煙についてはもちろん禁煙が必要であるが、喫煙の何が心臓に悪いのかをわかりやすく説明する必要がある。場合によっては禁煙外来を紹介する必要がある。飲酒については、軽症例では少量(ビール中瓶1本、日本酒1合、グラスワイン2杯程度)の飲酒はかまわないが、中等症以上の心機能障害を有する例では原則禁止とする。飲酒はその水分量のほかに、つまみとして塩分摂取につながりやすく注意が必要である。トイレや脱衣所、風呂場では温度管理が問題となることが多く、小型のファンヒーターなどで工夫をする。トイレではあまり息まないように緩下剤で調節する必要があるが、あまり薬に頼らず、適度な食物繊維の摂取を心掛けることや腹部の

マッサージなども有効である。また、入眠剤服用者では夜間就寝後の排尿時には、薬剤による朦朧状態や筋弛緩作用によるふらつきなどが起こりやすいことを十分に説明しておく。入浴では適度な湯温(40-41℃)であり長湯はさせない。また、入浴の深さは両腋を結ぶライン程度で息切れしない程度と指導する。肩が冷えないようにタオルなどを浸して肩に掛けるなど工夫が必要である。旅行の可否についてもよく質問がある。旅行地までの距離や時間、交通手段などについて細かく聴取し、何かあった場合に困らないように、旅行用の診断書を用意しておくことも重要である。

4. 退院後のリハビリテーションの進め方

あらかじめ心疾患の既往があるとわかっている患者に運動療法を施行する場合には、プログラムを開始する前に改めて下記の項目について評価し、問題点を明らかにする必要がある。

a. 患者情報の整理

診断、重症度、合併症、治療内容、治療効果、冠危険因子の評価、生活歴など。

b. 現在の状態の把握

全身状態の評価、残存心機能、肺うっ血の有無、右心負荷の有無、不整脈、残存虚血の評価、運動耐容能評価。

c. 問題点の整理と対策

上記の情報から問題点を整理し、包括的なあらゆる視点から具体的な対策を講じる。

すなわち、退院の時点で改めてリスクの層別化をするわけだが、この時期の層別化は、①左室ポンプ機能、②心筋虚血、③不整脈、④運動耐容能の4つの点から評価すると便利である¹⁴⁾。心肺運動負荷試験の結果からは、現時点での運動能力が同年代健常者に比しどのくらいのレベルであるか、運動中の息切れの指標や酸素輸送能がどの程度か、心筋虚血のサインはどの程度の運動レベルでどの程度出現するか、そして、臨床経過や心カテ、心エコー、核医学などの結果と心肺運動負荷試験の結果から、運動能力低下の原因が、心臓にあるのか、呼吸器系の問題か、病前からの運動不足にあるのか、両

者が関与しているのか、などを総合的に判断することが可能であり、この結果から運動処方箋を作成することが可能となる。

心臓に過度の負担をかけないように、全身機能を改善させることにより身体活動能力を上げ、余力のある中で日常生活を可能とする。血管拡張能や骨格筋ポンプが改善することにより、二次的に心臓が楽に働けるようにするというのが、心臓リハビリテーションの原理であり、醍醐味である。その結果1METs運動能力を上げることによって、予後を10-20%改善することができるという報告がある¹⁵⁾。残された心機能の中で、可能なかぎりの運動能力を回復させることは予後を改善させるという意味でも非常に大きなことである。

以上のように、運動療法開始時の病態評価とアセスメントには、臨床経過や検査結果からの確なリスクの層別化ができることに加え、心肺運動負荷試験の知識が不可欠である¹⁶⁾。

d. 運動強度設定法

リスクの高い心疾患患者には、運動処方をする場合には呼気ガス測定を同時に行う心肺運動負荷試験が望ましいが、トレーニング運動強度の設定法には下記のような方法があり、軽症の心疾患患者には必ず行わなければならないというものではない。表3に運動強度設定法をまとめた¹⁷⁾。日本循環器学会ガイドライン「心筋梗塞の2次予防¹⁸⁾」では、運動処方における運動強度設定についてのランク付けでクラスIとして、下記のように推奨している。

- (1) 運動負荷試験に基づき、1回最低30分、週3-4回(できれば毎日)、歩行・走行・サイクリングなどの有酸素運動を行う。(エビデンスA)
- (2) 日常生活の中の身体活動(通勤時の歩行、家庭内外の仕事など)を増す。(エビデンスB)
- (3) 冠危険因子を有する患者、中等度ないし高リスク患者は監視型運動療法が推奨される。(エビデンスC)

また、具体的な運動強度については、嫌気性代謝閾値レベル、最大酸素摂取量の50-70%、最高心拍数の40-60%または自覚的運動強度

表3 運動強度設定法(文献¹⁷⁾より引用)

- 1) 心拍数(HR)による設定
 - ①最高心拍数の40-60%
 - ②Karvonenの式による設定
(心拍予備能による設定)
設定HR
=(最高HR-安静HR)×k+安静HR
k:定数0.4-0.6
 - ③100-120拍/分
- 2) 酸素摂取量による設定
 - ①換気閾値(嫌気性代謝閾値)の80-100%
 - ②最高酸素摂取量の50-70%
- 3) 自覚症状による設定
 - ①病的症状の出現レベルの80%
 - ②旧Borg指数¹⁸⁾の11-13程度
- 4) 心電図による設定
 - ①ST変化の出現レベルの80%
 - ②不整脈発生レベルの80%

(旧Borg指数)11-13相当としている。

e. 運動の種類

心疾患患者における運動プログラムは、安全に行えることが第一条件である。ウォーキングやサイクリングなどの等張性運動があくまでも基本となるが、ストレッチ、徒手体操なども有用性が高く、筋力トレーニングにおいても適切な指導と監視が行えるならば臨床的に安定した虚血性心疾患患者においても安全に施行が可能である。しかしながら、等尺性運動は血圧の上昇をきたしやすく、最大筋力の30%を超えると筋血流が阻止されるため、運動筋でのエネルギーには無酸素性代謝を必要とする。筋力トレーニングは中等度リスク以上の患者には闇雲に行うのは危険であり、虚血性心疾患患者に施行する場合は最大限の注意が必要である。レジスタンストレーニングにおける運動処方では、まず1回反復できる最大重量(1 repetition maximum: 1RM)を求め、上肢は30-40% 1RM、下肢は50-60% 1RMで10-15RMに相当する。また、旧Borg指数11-13を上限として行ってもよい。8-15回を1セットとして1-3セット、週に3回程度行うと効果がみられる。その他、楽しく長く継続するためのアイデアとしてハイキングや卓球、バレーボールなどのスポーツリ

表4 低心機能症例の運動療法中止基準

- 明らかな心不全症状の悪化あり
- 1-3日で2kg以上の体重増加
- 運動に伴う収縮期血圧の低下
- 危険な不整脈がある
- 新たに発生した心房細動
- 日常生活以下で中等度以上の心筋虚血所見あり

ハビリテーションや体重過多や骨関節障害に有用な水中ウォーキングなどもよい。

f. 持続時間および頻度、進行

ウォーミングアップ5-10分、主運動20-40分、クールダウン5-10分程度で1回あたり計30分-1時間ぐらいが適当とされるが、厳密な決まりはない。運動をした翌日に疲れを残さないことが基本であり、1週間に3日は行うとよいとされるが、2日であっても有効であるとの報告も多い。整形外科的障害発生の防止から5日以内が適当とする意見もある。また、運動プログラムの進行は漸進性の原則が大事である。最初の運動処方では個人の運動能力に合わせて、最低限の強度、時間、頻度から始め、徐々に増やしていく必要がある。

g. 毎回の運動療法時にチェックすべき事項

1) その日の体調を聞く

心疾患患者の場合、特にその日の体調を十分聴取し、体調に合わせて運動をすることが必要である。体調の悪いときは決して無理をせず、中止する勇気も必要であることを指導する。胸部症状やめまい、整形外科的の症状の出現時には医師の診断を受けるまでは運動を中止する。

2) 体重、血圧、脈拍のチェック

心機能が悪い場合、運動の前に心不全傾向がないかどうかをチェックする必要がある。自覚症状は軽度であっても、体調は体重や血圧、脈拍に反映されることが多い。特に低心機能症例において表4の運動療法中止基準を認めた場合には、その日の運動療法は中止とし、医療機関への受診を勧める必要がある。また、現場では運動を始める前の血圧が高いことが問題になることが多いが、家庭では低くても運動の現場で

X

心筋梗塞(S T上昇型)の臨床

収縮期血圧が180mmHgを超える場合には、その日の運動は中止とした方がよい。これは家庭での運動でも同様であり、血圧上昇を含めた体調のいかんによっては、運動を中止する場合もあることを教育するチャンスでもある。

3) 食直後の運動は避ける

食後は消化管への血流が増えるため、食直後に運動をすると運動筋への血流増加と重なり循環器系への負担が増加する。最低でも食後1時間は運動は行わない。

4) 天候や温度に気をつける

寒冷は虚血性心疾患や脳血管障害の誘因になることが多いため、5℃以下の環境では運動を行うべきではない。雨風など天候の悪い日は無理して外出せず、屋内での運動を行う。また逆に、高温時の運動においても脱水や熱中症の危険があり、心事故も発生しやすい。高温時には常に適度の水分補給に心がけ、ややペースダウンする必要もある。天候に合わせた適切な衣類の選択も大切である。

5) 過負荷(オーバートレーニング)の徴候を知る

運動プログラムは余裕をもって終了できることが原則であり、運動を途中で中断してしまう、

過度の息切れを感じる、運動後にめまいや悪心を感じる、翌日に疲れが残る、熟睡できない、骨関節の痛みや不快感が生じる、強い筋肉痛が起こる、などの徴候がみられた場合、医師の診断を受ける。

おわりに

以上のように、冠動脈疾患に対する運動療法を中心とした心臓リハビリテーションの効果は既に確立されているといっても過言ではない。PCIやCABGはあくまでも冠動脈狭窄に対する局所治療であり、冠危険因子や生活習慣を改善しないかぎり、再発する可能性が極めて高いといえる。多くの医療者は感覚的にはそれに気づきながらも、実際の診療に運動療法や患者教育を導入できないでいるが、それを必須な治療であると真に考えていないからにほかならない。運動療法は導入や継続が必ずしも容易ではなく、また、不安定狭心症をはじめとする重症例では冠血行再建が明らかに勝る。現代における冠動脈疾患に対する理想的な治療戦略は、冠血行再建プラス包括的介入による心臓リハビリテーションであり、両者の利点を上手に組み合わせたコンビネーションが最も有効であろう。

文 献

- 1) Saltin B. et al: Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation* 38(Suppl 7): VII 1-78, 1968.
- 2) Franciosa JA, et al: Lack of correlation between exercise capacity and indexes of resting left ventricular performance in heart failure. *Am J Cardiol* 47: 33-39, 1981.
- 3) 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: 1173-1182, 1999.
- 4) American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 107: 1210-1225, 2003.
- 5) 日本心臓リハビリテーション学会(監): 心臓リハビリテーション: AHCPRガイドライン. 心臓リハビリテーション学会, 協和企画, 1996.
- 6) 運動療法の有用性とその機序. 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, 班長 野原隆司), p8-12. [http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf]
- 7) Oldridge NB, et al: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 260: 945-950, 1988.
- 8) O'Connor GT, et al: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 80: 234-244, 1989.
- 9) Fletcher GF, et al: Statement on exercise. Benefits and recommendations for physical activity pro-

- grams 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* 86: 340-344, 1992.
- 10) Taylor RS, et al: Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 116: 682-692, 2004.
 - 11) Witt BJ, et al: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the community. *J Am Coll Cardiol* 44: 988-996, 2004.
 - 12) 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: 1173-1182, 1999.
 - 13) 齋藤宗靖: 厚生省循環器病研究 循環器疾患のリハビリテーションに関する研究(齋藤宗靖班長). 平成5年度報告書, p520, 1994.
 - 14) Paul-Labrador M, et al: Risk stratification for exercise training in cardiac patients: do the proposed guidelines work? *J Cardiopulm Rehabil* 19: 118-125, 1999.
 - 15) Myers J, et al: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 346: 793-801, 2002.
 - 16) 運動負荷テストの原理とその評価法, 原書第2版(谷口興一監訳), 南江堂, 1999.
 - 17) 日本医師会(編): 運動処方せん作成マニュアル. 日本医師会雑誌 116(3) 付録, 1996.
 - 18) 運動療法. 心筋梗塞二次予防に関するガイドライン(2006年改訂版, 班長 石川欽司), p9-11. [http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2006_ishikawa_h.pdf]
 - 19) Borg GA: Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev* 2: 131-153, 1974.

X

心筋梗塞(S T上昇型)の臨床

特集：心筋梗塞から身を守る 一発作が起こる前と起こってからできること一

心筋梗塞後のリハビリテーションと再発予防

長山 雅俊

公益財団法人 日本心臓血圧研究振興会附榊原記念病院循環器内科

(平成23年6月26日受付) (平成23年6月28日受理)

心臓リハビリテーションは、急性心筋梗塞後の管理手法として発展してきたが、現在では心筋梗塞以外にも狭心症や心臓および大血管術後、慢性心不全、下肢動脈性動脈硬化症など、その適応が広がってきている。特に以前には運動が禁忌とされていた、重症左室機能障害例においても、生命予後や無事故生存率に対する効果が証明されている。心筋梗塞後の心臓リハビリテーションは、薬物療法や運動療法、食事療法を十分に組み合わせることにより、運動耐容能の改善ばかりでなく、冠動脈内皮機能を向上させることによる不安定プラークの安定化作用、毛細血管床を増やすことによる側副血行路の増生作用、更に冠動脈動脈硬化の退縮を可能とする積極的な治療として位置づけられるべきである。

はじめに

欧米に比べ20年遅れているとされるわが国の心臓リハビリテーション（以下心リハ）もこの数年の間に大きな変化を成し遂げようとしている。十分な体制で心リハを行うことのできる施設はまだ少ないが、今までカテーテルインターベンションを中心に展開してきた急性期病院や全国的に名の知れた病院の多くが、真剣にその導入を考えている。その背景には平成18年度以降の診療報酬改定により、施設基準の緩和や慢性心不全など適応疾患の拡大があるが、心リハのQOLや予後に対する効果が認知されつつあることも事実である。また、薬剤溶出性ステント全盛の時代となった今になって、カテーテル治療があくまでも局所治療であり、長期予後の改善にはそれだけでは不十分であることによく気づきだしたこと

もある。本稿では心リハの歴史的背景から再発予防効果についてのエビデンスを中心に述べる。

1. 心リハの発展と歴史的背景

心リハは、急性心筋梗塞発症後患者の管理の手法として発展してきた学問である。その原則は、長期臥床が身体的にばかりではなく、心理・社会的にも deconditioning (脱調節状態) を引き起こすこと。そして適確なりハビリテーションが deconditioning (脱調節状態) を reconditioning (再調節) することができるなど、長期臥床の弊害と運動療法の有効性を説いたものである¹⁾。また、再発予防を目的としたリハビリテーションは、運動療法だけでは不十分であり、患者教育や栄養指導など、包括的な介入の重要性が強調されている。また、1980年代には左室駆出率を代表とする左心機能と運動耐容能には相関がないことが証明され²⁾、1990年代には慢性心不全に対する運動療法の有用性が多く報告されるようになった^{3,4)}。1995年には AHCP (米国医療政策研究局：Agency for Health Care Policy and Research) のガイドライン⁵⁾がまとめられ、この時期までの心リハについてのエビデンスが整理され、わが国では2002年と2007年に日本循環器学会や日本心臓リハビリテーション学会など、9つの学会の合同研究班による「心疾患における運動療法に関するガイドライン」および「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」が発行された。本ガイドラインでは、最新の知見なども加えて、運動療法の身体効果を表1のようにまとめている⁶⁾。

表1 運動療法の身体効果(6)を一部改変)

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

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

2. 虚血性心疾患における心リハの効果

心筋梗塞についての予後改善効果については数多く報告されている。包括的リハビリテーションについてのメタアナリシスでは, 心血管系死亡が20~25%減少し, 運動療法単独でも15%減少することが明らかとなり^{7,8)}, また冠動脈イベントの低下も認められている⁹⁾。最近の報告では, 48編の無作為割り付け試験における8940例を対象としたメタアナリシスで, 運動療法を主体とした心リハにより, 急性心筋梗塞患者の総死亡率が通常治療と比べ20%低下 (p=0.005), 心死亡率が26%低下 (p=0.002) することが報告されている。非致死性心筋梗塞発症も21%減少したが, 残念ながら有意差はなかった (p=0.15) (図1)¹⁰⁾。その他, 1821例の心筋梗塞患者における心リハへの参加の有無での予後を比較した

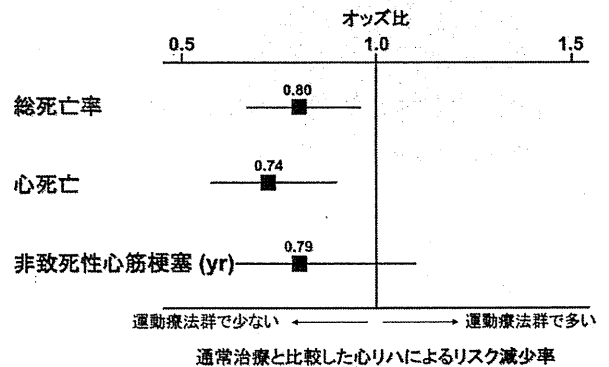


図1 心臓リハビリテーションの予後改善効果¹⁰⁾
48編の無作為割り付け試験のメタアナリシス

ところ, 心リハ参加群では死亡は56%, 心筋梗塞再発は28%減少したという驚くべき効果が報告された (図2)¹¹⁾。予後改善の機序は, ①運動療法により交感神経活動の抑

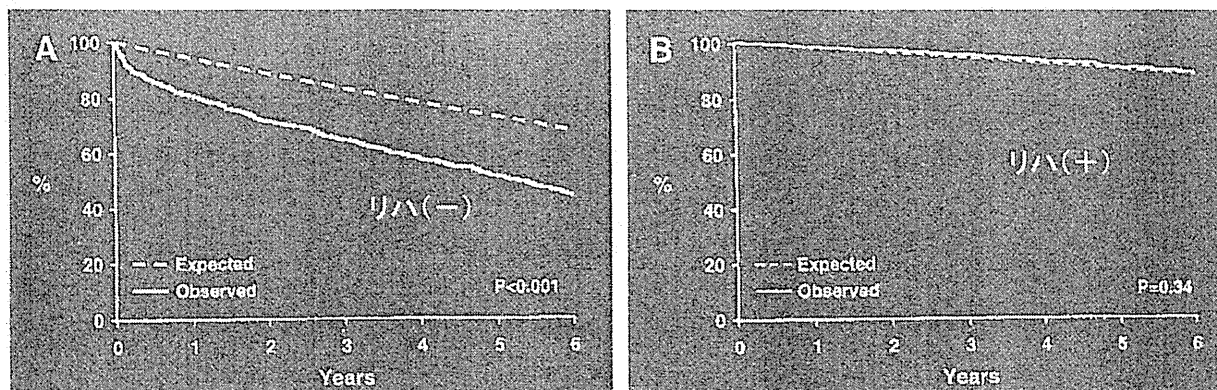


図2 心筋梗塞後の心臓リハビリテーションの効果
 心リハを行った例と行わなかった例との生命予後比較
 1821例の心筋梗塞患者における心リハの参加の有無での予後を比較したところ、心リハ参加群では死亡は56%、心筋梗塞再発は28%減少した。(破線はミネソタ州の予測生存曲線)

Witt BJ, et al. J Am Coll Cardiol 44 : 988-996, 2004. より改変¹¹⁾

制と副交感神経活動の亢進が得られ¹²⁾、それが心室細動閾値を上昇させ、突然死のリスクを減らすこと、②高血圧、糖尿病、高脂血症、肥満、喫煙などの冠危険因子の是正の結果により、冠動脈プラークの安定化から急性冠症候群の発生を防ぐこと¹³⁾、③さらに運動療法は冠動脈内皮機能の改善から冠予備能を高めることによって心筋虚血閾値を高めること^{14,15)}などが有力である。また、左室機能障害を伴う虚血性心疾患を中心とした慢性心不全患者への1年間の運動療法が心不全悪化による再入院や心臓死を有意に減少させたという報告^{16,17)}もあり、適切な運動療法が施行された場合、心不全を伴う症例においてもその有用性が期待できることが示唆されている。

2) 運動耐容能への効果

心疾患患者における運動耐容能低下は、心機能低下に基づく循環障害によるものばかりでなく、過度の安静や身体活動量の低下によるデイコンディショニングによる骨格筋の機能障害などが原因となっている。すなわち、心疾患患者は心臓が悪い以上に、身体機能が悪いという特徴を有している。心疾患患者に適切な運動療法がなされた場合のトレーニング効果は、最高酸素摂取量を15~25%増加させることが期待できる。また、トレーニング開始時の運動能力が乏しい症例ほど、トレーニング効果が期待でき、臨床の現場では最高酸素摂取量が2倍以上

に伸びる例を経験することもある。運動療法による運動耐容能改善の機序は、運動療法により心機能そのものが良くなるという、いわゆる中枢効果はあまり期待できないという見解が強い。運動筋における毛細管密度の増加やミトコンドリアおよびその酵素活性の変化が好氣的代謝の改善を促し、更に血管内皮機能の改善から運動時の骨格筋血流増加反応を良くする¹⁸⁾という末梢効果が運動耐容能改善の機序の主体だとされる。健常者であっても心疾患やその他の疾患を有する患者であっても、身体能力を1METs増加させることによって、生命予後を10~20%改善することができるという報告があるが¹⁹⁾、運動耐容能を増加させることはQOLを良くすることばかりでなく、生命予後をも改善させることが証明されている。

3) 冠循環への効果

心疾患患者への運動療法は心臓への中核効果が期待できないというが、運動療法は冠動脈疾患患者の狭心症閾値を上昇させ、狭心症状を改善することが知られている。以前は運動による一時的な心筋虚血が血管新生を刺激し、側副血行路の発育を促すことが期待されていたが、これに関しては一定の見解が得られていない。しかしながら、心臓核医学検査で評価すると運動療法により心筋灌流が改善することが証明されている²⁰⁾。また、運動療法を中心とした包括的な介入によって、冠動脈硬化が退縮する

といういくつかの興味深い報告が散見される。いずれも運動療法と食事療法により、介入群において冠動脈狭窄の進行率が少なく、冠動脈硬化の退縮が介入群にのみ認められている²¹⁻²³⁾。

3. Hambrecht らの興味深い業績

ドイツ東部に位置するライプツヒ大学心臓センターのHambrechtらのグループは、1991年以降、虚血性心疾患に対する運動療法の効果をさまざまな角度から検討し、多くの興味深い報告を繰り返している。

1) 冠動脈狭窄病変の進行の抑制および退縮

1990年以前には一度でき上がった冠動脈硬化は、進展することはあっても退縮することは極めてまれであるというのが定説であった。それを打ち破ったのが、1992年に同グループのSchulerが報告した以下のような論文である(図3)²⁴⁾。冠動脈造影によって確定診断された113例の安定狭心症患者を無作為に運動療法+低脂肪食ダイエット群と通常治療群に分け、運動療法+低脂肪食ダイエット群には、毎週最低2時間の運動療法への参加と1日20分のホームエクササイズを義務づけ、食事療法はAHAの勧告 phase 3 を厳守させるが高脂血症治療薬は服用させないというプロトコルであった。1年後に冠動脈造影を再検した結果、最小血管径を呈した病変は、運

動療法+低脂肪食ダイエット群で23%が進展、45%は不変であったが、残りの32%に退縮を認めた。一方、通常治療群では48%の例が進展し、35%が不変、退縮が認められたのは17%のみであった。すなわち、通常治療群では冠動脈狭窄病変の進行を抑制させることは困難であり、逆に運動療法+低脂肪食ダイエット群では多くの例に狭窄病変の退縮が期待できることを証明したのである。また、冠動脈造影上狭窄病変の変化が認められないにもかかわらず、運動負荷心筋血流シンチにおける冠還流に明らかな改善を認める例が存在した。その原因は当然冠側副血行路の発達が予想され、同グループのNiebauerらが検証したが²⁵⁾、運動療法の有無によって冠側副血行路の発達には差がなく、冠動脈狭窄度の進展や退縮にのみ関連したという結果であった。また、Niebauerらは上記113例の6年後の冠動脈病変を追跡しているが、運動療法+低脂肪食ダイエット群では通常治療群に比べ、有意に冠動脈硬化性病変の進展が遅いという結果であった($p<0.0001$)²²⁾。サブスタディーとして、6年後にも冠動脈病変の退縮が認められた例では、 $1784\pm 384\text{kcal/週}$ (おおよそ1週間に4時間程度の中等度有酸素運動に相当)のエネルギー消費が運動によって為されていた。

2) 血管内皮機能の改善

運動療法を行った例のうち冠動脈硬化が進展している例においても、核医学検査などでの冠灌流の改善が認められることから、冠動脈硬化の退縮や冠側副血行路の発達以外のもう一つの重要な機序として、冠動脈内皮機能にも注目されるようになった。彼らは19名の狭心症患者を無作為に運動療法群とコントロール群に分け、アセチルコリンによる冠還流の変化を血管内ドップラー流量計を用いて計測し、QCAによる心外膜側の冠動脈血管径を評価した結果、4週間後には運動療法群でのみ両者の有意な改善を認めている²⁶⁾。引き続き、更にユニークな研究が行われている。冠動脈バイパス術を予定している狭心症患者に運動療法群とコントロール群に分け、4週間後に手術時に使用しない部位の内胸動脈切片を採取し検討したところ、運動療法群では内胸動脈の一酸化窒素合成酵素(NOS)がmRNAおよび蛋白レベルで有意に増加

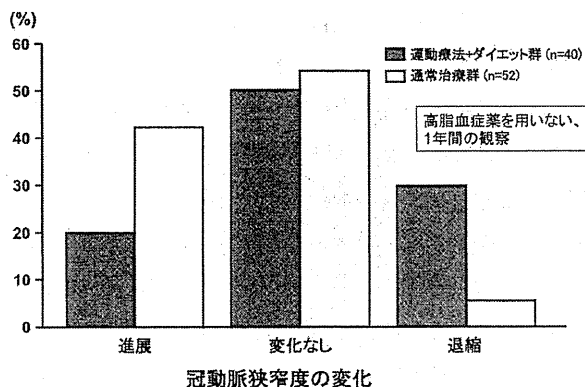


図3 運動と低脂肪ダイエットが冠動脈硬化性病変の進展に対する効果

Schuler G, et al. Circulation 86 : 1-11, 1992. より改変²⁴⁾

していることが観察された。また、同時に測定された内胸動脈の血流速度から、アセチルコリンによる内皮依存性血流増加反応の改善が確認されている²⁷⁾。以上より、彼らは安定狭心症患者に対する運動療法の効果は、確実に存在し、その機序として、冠動脈硬化の進展の抑制と退縮および血管内皮機能の改善が重要であることを証明した。

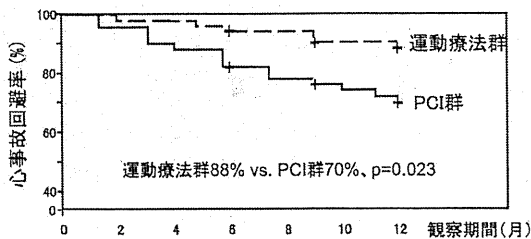
3) STENT vs. Exercise ; 安定狭心症に対する治療はどちらが有効か？ (PET study²⁸⁾)

それでは実際に狭心症に対する運動療法はどの程度有効であろうか。近年における狭心症治療は、確実にPCIに向いており、運動療法はあくまでもサブとしての役割程度としか考えられていない。Hambrecht らは²⁸⁾101名の安定狭心症患者を運動療法群と冠動脈インターベンション (PCI, ステント) 群とに無作為に割り付けして、運動療法群には毎日20分間の自転車エルゴメータによる運動療法を施行した。その結果、6ヵ月後の自覚症状の変化には差を認めず、12ヵ月後の運動能力は、運動療法群でのみ有意に改善していた。また、12ヵ月間における心血管事故 (心死亡, 脳卒中, 冠動脈バイパス術, PCI, 急性心筋梗塞, 不安定狭心症, 狭心症の悪化による入院) 回避率では運動療法群の方がPCI群よりも有意に良好であった (運動療法群88% vs. PCI群70%, $p=0.023$) (図4)。心事故の内訳としては、不安定狭心症となりPCIとなった例と狭心症の悪化による入院がPCI群で多かったが、

その原因は前回のPCI施行部の再狭窄ではなく、多くは新規冠動脈病変の出現によるものであった。また、医療経済効果として、労作狭心症重症度分類であるCCS分類の1段階の改善を得るための医療費が運動療法群で有意に低い (\$3,429 vs. \$6,956, $p<0.001$) という結果であった。すなわち、安定狭心症に対する運動療法は、QOL改善, 心事故抑制効果, 医療費抑制効果においてPCIに有意に優れたという結果であった。

おわりに

以上のように、冠動脈疾患に対する運動療法を中心とした心臓リハビリテーションの効果は既に確立されているといっても過言ではない。PCIやCABGはあくまでも冠動脈狭窄に対する局所治療であり、冠危険因子や生活習慣を改善しない限り、再発する可能性が極めて高いといえる。多くの医療者は感覚的にはそれに気づきながらも、実際の診療に運動療法や患者教育を導入できないでいるが、それを必須な治療であると真に考えていないからに他ならない。運動療法は導入や継続が必ずしも容易ではなく、また、不安定狭心症を初めとする重症例では冠血行再建が明らかに優る。現代における冠動脈疾患に対する理想的な治療戦略は、冠血行再建プラス包括的介入による心臓リハビリテーションであり、両者の利点を上手に組み合わせたコンビネーションが最も有効であろう。



PCI群	50	41	35
運動療法群	51	48	45

図4 STENT vs. 運動療法 ; 安定狭心症に対する治療はどちらが有効か？
101名の安定狭心症患者を運動療法群とPCI群とに無作為に割り付けして、12ヵ月間における心血管事故回避率を検討した結果、運動療法群の方がPCI群よりも有意に良好であった。Hambrecht R, et al. Circulation 109, 1371-1378, 2004. より改変²⁸⁾

文 献

- 1) Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J. H., Johnson, R. L. Jr., et al.: Response to exercise after bed rest and after training. Circulation, 38 (Suppl 7) : VII 1-78, 1968
- 2) Franciosa, J. A., Park, M., Levine, T. B.: Lack of correlation between exercise capacity and indexes of resting left ventricular performance in heart failure. Am. J. Cardiol., 47 : 33-39, 1981
- 3) Belardinelli, R., Georgiou, D., Cianci, G., Purcaro, A.: 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 : 1173-1182, 1999
- 4) American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention, Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation*, 107 : 1210-1225, 2003
 - 5) 日本心臓リハビリテーション学会 (監): 心臓リハビリテーション—AHCPR ガイドライン. 心臓リハビリテーション学会, 協和企画, 東京, 1996
 - 6) 2006年度合同研究班 (野原隆司班長): 運動療法の有効性とその機序. 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; ホームページ公開のみ: 8-12.)
 - 7) Oldridge, N. B., Guyatt, G. H., Fischer, M. E., Rimm, A. A.: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA*, 260 : 945-950, 1988
 - 8) O'Connor, G. T., Burning, J. E., Yusuf, S., Goldhaber, S. Z., *et al.*: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation*, 80 : 234-244, 1989
 - 9) Fletcher, G. F., Balady, G., Blair, S. N., 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*, 86 : 340-344, 1992
 - 10) Taylor, R. S., Brown, A., Ebrahim, S., Jolliffe, J., *et al.*: Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am. J. Med.*, 116 : 682-692, 2004
 - 11) Witt, B. J., Jacobsen, S. J., Weston, S. A., Killian, J. M., *et al.*: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the community. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 44 : 988-996, 2004
 - 12) Iellamo, F., Legramante, J. M., Massaro, M., Raimondi, G., *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*, 102 : 2588-2592, 2000
 - 13) Wenger, N. K., Froelicher, E. S., Smith, L. K., Ades, P. A., *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
 - 14) Froelicher, V., Jensen, D., Genter, F., Sullivan, M., *et al.*: A randomized trial of exercise training in patients with coronary heart disease. *JAMA*, 252 : 1291-1297, 1984
 - 15) Schuler, G., Hambrecht, R., Schlierf, G., Grunze, M., *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.*, 19 : 34-42, 1992
 - 16) Belardinelli, R., Georgiou, D., Cianci, G., Purcaro, A.: 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 : 1173-1182, 1999
 - 17) American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention, Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation*, 107 : 1210-1225, 2003
 - 18) Hambrecht, R., Fiehn, E., Weigl, C., Gielen, S., *et al.*: Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation*, 98 : 2709-2715, 1998
 - 19) Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., *et al.*: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N. Engl. J. Med.*, 346 : 793-801, 2002
 - 20) 李林雪, 野原隆司, 牧田茂, 羽田龍彦 他: 慢性冠

- 動脈疾患に対する長期集団運動療法効果の評価。呼吸と循環, 44 : 745-752, 1996
- 21) Ornish, D., Scherwitz, L. W., Billings, J. H., Gould, K. L., *et al.* : Intensive lifestyle changes for reversal of coronary heart disease. *JAMA*, 280 : 2001-2007, 1998
- 22) Niebauer, J., Hambrecht, R., Velich, T., Hauer, K., *et al.* : Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention : role of physical exercise. *Circulation*, 96 : 2534-2541, 1997
- 23) Hambrecht, R., Niebauer, J., Marburger, C., Grunze, M., *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.*, 22 : 468-477, 1993
- 24) Schuler, G., Hambrecht, R., Schlierf, G., Niebauer, J., *et al.* : Regular physical exercise and low-fat diet. Effects on progression of coronary artery disease. *Circulation*, 86 : 1-11, 1992
- 25) Niebauer, J., Hambrecht, R., Marburger, C., Hauer, K., *et al.* : Impact of intensive physical exercise and low-fat diet on collateral vessel formation in stable angina pectoris and angiographically confirmed coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.*, 76 : 771-775, 1995
- 26) Hambrecht, R., Wolf, A., Gielen, S., Linke, A., *et al.* : Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.*, 342 : 454-460, 2000
- 27) Hambrecht, R., Adams, V., Erbs, S., Linke, A., *et al.* : Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation*, 107 : 3152-3158, 2003
- 28) Hambrecht, R., Walther, C., Mobius-Winkler, S., Gielen, S., *et al.* : Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease : a randomized trial. *Circulation*, 109 : 1371-1378, 2004

*Rehabilitation after myocardial infarction and secondary prevention**Masatoshi Nagayama**Japan Reserch Promotion Society For Cardiovascular Disease, Sakakibara Heart Institute, Cardiovascular Medicine, Tokyo, Japan***SUMMARY**

Although cardiac rehabilitation was developed as a management method after acute myocardial infarction, its indication has expanded beyond myocardial infarction to many other conditions such as angina pectoris, after cardiac or macrovascular surgery, chronic heart failure, and peripheral vascular disease. Even in patients with severe left ventricular dysfunction in whom exercise was contraindicated in the past, the beneficial effect of cardiac rehabilitation on survival outcome and event-free survival rate have been proven. By optimal combination with drug therapy, exercise therapy and dietary therapy, cardiac rehabilitation after myocardial infarction should be positioned as an active treatment modality that not only improves exercise tolerance but also stabilizes the unstable plaques through improving coronary artery endothelial function, promotes collateral circulation development by increasing the capillary bed, as well as achieves regression of coronary arteriosclerosis.

Key words : myocardial infarction, cardiac rehabilitation, prevention, exercise

早期リハビリテーション

長山 雅俊*¹

要約

心不全に対する運動療法は、息切れなどの自覚症状や運動耐容能を改善することが証明され、生命予後や再入院率に対する効果についてもエビデンスが揃ってきた。しかしながら心不全にもさまざまな病態があり、とくに重症例への運動療法の適用に関しては十分な注意が必要である。近年、運動のみならず、生活環境やADLの評価、服薬アドヒアランス、栄養指導など、多職種介入による疾病管理手法としての心臓リハビリテーションが注目されるようになった。再発を予防しQOLを確保するためには、疾病についての十分な理解の上、包括的な管理が極めて重要と言える。

I. 個別評価指標と最適運動指導

心不全はすべての心疾患の終末像の一つであるが、そこに至る過程での心機能評価は生命予後判定やQOL評価において極めて重要である。心不全の重症度を評価するにあたっては、安静時の心機能指標だけでは不十分であり、運動時の指標、とくに運動耐容能は臨床的に最も有用な情報を提供する。各患者の運動耐容能を正確に評価することによって、①心不全の重症度の評価、②生命予後の推定、③治療効果の判定、④運動療法における適切な運動強度の設定（運動処方）、などが可能である。

1. 運動の適応と禁忌

低心機能症例に運動療法を行う場合には、その導入時において運動療法の適応や禁忌について改めて評価し、厳密に対応しなくてはならない。表1には慢性心不全に対する運動療法の適応と禁忌を示した¹⁾。運動療法における基本的な運動強度は、残存心機能に過度の負担を掛けないレベルで全身機能を改善させることのできる運動強度であ

り、嫌気性代謝閾値（Anaerobic threshold：AT）レベル相当または以下の運動強度である²⁾。心機能低下例では、ATレベル以上の運動強度では、左室駆出率の低下をきたす例が多いことが知られており、低心機能症例ではATレベル以下の運動強度から開始し、経過を見ながら負荷強度を漸増することが望ましい。しかしながら急性期治療を脱したばかりの患者や重症例では必ずしも運動負荷試験が可能な患者ばかりではなく、その場合は心電図や血圧をモニターしながら、低強度によるさまざまな運動療法を工夫することになる。

2. 運動耐容能の客観的評価法

1) 6分間歩行負荷試験

検者に励まされながら、平地を6分間にできるだけ速く歩き、その歩行距離によってlevel 1（300 m未満）、level 2（300～374.9 m）、level 3（375～449.9 m未満）、level 4（450 m以上）に分類する簡便な運動耐容能の検査法である。6分間歩行距離と1年後の死亡率は逆相関し、さらに歩行距離は独立した予後予測因子であるとの報告もある³⁾。

2) 心肺運動負荷試験^{4, 5)}

Indications for Heart Failure Therapy and Evaluations Early Rehabilitation

*¹ 公益財団法人日本心臓血管研究振興会附属榊原記念病院循環器内科（〒183-0003 府中市朝日町3-16-1）ICUとCCU35（9）：757～763，2011

表1 慢性心不全患者に対する運動療法の適応と相対的・絶対禁忌 (ESC Working group)¹⁾

<p>【適応】 安定期にあるコントロールされた NYHA II～III の慢性心不全患者 以下の状態で少なくとも 2 週間経過していること 臨床所見</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 週間以上利尿薬の増量がなくても体重が安定している うっ血の症状がない (起坐呼吸, 浮腫, 腹水, 頸静脈圧 >8 cmH₂O) 収縮期血圧 ≥ 80 mmHg で, 起立性低血圧なし, 脈圧 / 収縮期血圧 > 20% 50 bpm < 心拍数 ≤ 100 bpm で安定している 狭心症状なし 不整脈なし, 若しくは頻度が少ない (ICD 作動 ≤ 1 回 / 月) 息切れすることなく更衣が可能 100 ~ 200 m 快適に歩ける <p>検査所見</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cr < 2.5 mg/dL, BUN < 50 mg/dL 2. 血清 Na > 137 mEq/L 3. peak $\dot{V}O_2 \geq 10 \sim 12$ mL/kg/min 	<p>【相対禁忌】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最近 1 から 3 日間に体重 1.8 kg 以上増加 2. 持続的または間歇的ドパミン治療中 3. 運動時収縮期血圧低下 4. NYHA class IV 5. 安静時または労作時重症不整脈 6. 臥位安静時心拍数 100 / 分以上 7. 既存疾患の状態 <p>【絶対禁忌】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 最近 3 から 5 日間で安静時, 労作時の運動耐容能または息切れの進行性の増悪 2. 低強度での明らかな虚血 (2 Mets 以下, 約 50 W) 3. コントロール不良の糖尿病 4. 急性全身疾患または感染症 5. 最近の塞栓症 6. 血栓性静脈炎 7. 活動性の心膜炎または心筋炎 8. 中等度から高度大動脈狭窄 9. 外科治療を必要とする逆流性弁膜症 10. 3 週間以内の心筋梗塞 11. 新たに発症した心房細動
---	--

肺循環系を含めた循環器系全体の機能の総合的かつ定量的な評価法である。従来、運動耐容能の評価は、自覚的な運動耐容時間を主な指標として行われてきたが、被検者および検者双方の主観によって影響される恐れがあり、必ずしも客観的な指標とはいえない。加えて、負荷方法、プロトコルにより測定値が異なるため、同一被験者においてさえ比較が困難な場合が少なくない。そのため最近では呼気ガス分析法を用い、運動耐容能を客観的に評価することが可能な心肺運動負荷試験 (CPX: Cardiopulmonary exercise testing) の有用性が高まってきた。

CPX は、座位自転車エルゴメータまたはトレッドミルを使用し、心電図、血圧をモニターしながら直線的漸増負荷法 (ramp 法) にて実施する。Breath-by breath 法で呼気ガス分析を行って、酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$)、二酸化炭素排出量 ($\dot{V}CO_2$)、

分時換気量 ($\dot{V}E$) を測定する。これらの測定値から、ガス交換比 ($R = \dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$)、 $\dot{V}E / \dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ を求め、Wasserman の定義に従って AT を求めるとともに、 $\dot{V}O_2$ max (または peak $\dot{V}O_2$) および $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ などを測定する。 $\dot{V}O_2$ max は個人の有する最大限での $\dot{V}O_2$ と定義されるが、通常は運動負荷試験での $\dot{V}O_2$ の最高値 (peak $\dot{V}O_2$) をもって代用する。この peak $\dot{V}O_2$ と AT 時の $\dot{V}O_2$ により、定量的かつ客観的に運動耐容能の評価を行う。主な指標は以下の臨床的意義を有するとされている。

① AT

AT は主に、①活動筋への酸素輸送量、②活動筋量ならびにその有気的代謝能、などにより規定されていると考えられる。①には動脈血酸素含有量、心拍出量、血流分布などが関与している。心機能が直接関与しているのは心拍出量であるが、

間接的には肺循環を介し動脈血酸素含有量にも関係する。したがって、運動強度増加に対する心拍出量の増加が減少すればATは低下するが、心拍出量の増加の程度が同じであれば、基礎疾患と関係なく、ATへの影響も同じとみて良い。

一方、②に関連する要因としては、運動制限による活動筋のdeconditioningや筋肉量の減少、心不全状態での慢性の低灌流状態に起因する活動筋ミトコンドリアの数ならびに質の変化、エネルギー代謝にかかわる酸化リン酸化酵素などの酵素活性の低下などが考えられる。心不全ではこれらの要因によりATが低下することが多い。

② peak $\dot{V}O_2$

Maximal $\dot{V}O_2$ は、運動強度の増加にもかかわらず $\dot{V}O_2$ の増加がみられなくなった時点の $\dot{V}O_2$ と定義されるため、有疾患患者ではその測定は困難であることが多い。そこでその代わりとして、検査で得られた $\dot{V}O_2$ の最高値、すなわちpeak $\dot{V}O_2$ が用いられる。最大心拍出量と最大動静脈酸素含有量較差の積で表され、中枢のポンプ機能と抹消の酸素利用能の両者により決定される指標である。検査が検者または被験者の主観で中止されるため、客観性に欠ける欠点はあるが、心疾患の重症度と良く相関し、予後判定の指標として有用である。とくに重症心不全患者の予後を良く反映するので、最近では心移植の適応決定の最も重要な指標として用いられている (peak $\dot{V}O_2 < 14.0$ mL/kg/min)⁶⁾。

③ $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$

自転車エルゴメータによるramp負荷試験によってのみ得られる指標であり、末梢の運動筋への酸素輸送の増加の程度を示している。これが低値の時は、運動筋での酸素消費量の増加に比し酸素摂取量が少ないことを意味する。その結果、 O_2 deficitが増大し、運動耐容能は低下する。またこの指標は、摂取された O_2 の運動筋への分配の程度にも影響される。すなわち、摂取された O_2 が優先的に運動筋へ分配されれば個体全体としての $\dot{V}O_2$ は運動強度の割に減少し、 $\Delta \dot{V}O_2 / \Delta WR$ は低下する。この指標の正常値は、年齢、性別による差がほとんどない。心不全では重症度が高くなると低下し、ATとの関連性も高い。

④ $\dot{V}E$ vs. $\dot{V}CO_2$ slope ($\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ slope)

運動中の $\dot{V}O_2$ にたいする $\dot{V}E$ の増加の割合で、心不全では運動中の心拍出量増加不良や血管内皮

細胞における一酸化窒素 (nitric oxide : NO) 合成能の低下による血管拡張能の低下に伴う換気血流不均衡の増大による死腔換気量増加や末梢の化学受容器感受性の亢進などによって増加する。すなわち心不全における運動中のrapid shallow breathingの程度と関連し、労作時息切れなどの心不全に特徴的な症状をよく反映し、生命予後と密接に関連している。心不全が重症になるほど高値を示し、slopeが高い症例ほど生命予後が不良であることが報告されている⁷⁾。心不全では呼吸パターンの変化と肺の換気血流不均衡が増大し、死腔換気量が増加するにつれてslopeは急峻となる。

3. 運動療法プログラム開始時の病態評価とアセスメント

1) 患者情報の整理

診断、重症度、合併症、治療内容、治療効果、冠危険因子の評価、生活歴など。

2) 現在の状態の把握

全身状態の評価、残存心機能、肺うっ血の有無、右心負荷の有無、不整脈、残存虚血の評価、運動耐容能評価。

3) 問題点の整理と対策

上記の情報から問題点を整理し、包括的なあらゆる視点から具体的な対策を講じる。すなわち、退院の時点で改めてリスクの層別化をするわけだが、この時期の層別化は表2のように、①左室ポンプ機能、②心筋虚血、③不整脈、④運動耐容能の4つの点から評価すると便利である⁸⁾。心肺運動負荷試験の結果からは、現時点での運動能力が同年代健常者と比し、どのくらいのレベルであるか。運動中の息切れの指標や酸素輸送能がどの程度か。心筋虚血のサインはどの程度の運動レベルでどの程度出現するか。そして、臨床経過や心カテ、心エコー、核医学などの結果などと心肺運動負荷試験の結果から、運動能力低下の原因が、心臓にあるのか、呼吸器系の問題か、病前からの運動不足にあるのか、両者が関与しているのかなどを総合的に判断することが可能であり、この結果から運動処方箋を作成することが可能となる。

心臓に過度の負担をかけないように、全身機能を改善させることにより身体活動能力を上げ、余力のある中での日常生活を可能とする。血管拡張能や骨格筋ポンプが改善することにより、二次的に心臓が楽に働けるようにするというのが、心臓

表2 心疾患患者のリスクの層別化⁸⁾

	軽症	中等症	重症
左室駆出率	50%以上	31～49%	30%以下, ショックや心不全の既往あり
心筋虚血	なし	日常生活以上で出現	日常生活以下で出現する
不整脈	なし	不整脈はあるが致死的なものではない	心室頻拍やニアミスの既往あり
運動耐容能	6METs以上	4～6METs	4METs未滿, 運動時血圧上昇不良

表3 運動強度設定法^{9, 10)}

- 1) 心拍数 (HR) による設定
 - ①最高心拍数の50～70% (新しいガイドラインでは40～60%)
 - ②Karvonenの式による設定 (心拍予備能による設定)
 設定HR = (最高HR - 安静HR) × k + 安静HR
 k: 定数0.4～0.6
 - ③100～120拍/分
- 2) 酸素摂取量による設定
 - ①換気閾値 (嫌気性代謝閾値) の80～100%
 - ②最高酸素摂取量の50～70%
- 3) 自覚症状による設定
 - ①病的症状の出現レベルの80%
 - ②旧Borg指数30 (表4) の11～13程度
- 4) 心電図による設定
 - ①ST変化の出現レベルの80%
 - ②不整脈発生レベルの80%

表4 旧 Borg Scale (rating of perceived exertion : RPE)

20		
19	非常に辛い	very, very hard
18		
17	かなり辛い	very hard
16		
15	辛い	hard
14		
13	やや辛い	somewhat hard
12		
11	楽に感じる	fairly light
10		
9	かなり楽	very light
8		
7	非常に楽	very, very light
6		

リハビリテーションの原理であり、醍醐味である。残された心機能の中で、可能な限りの運動能力を回復させることは予後を改善させるという意味でも非常に大きなことである。

4) 運動強度設定法

リスクの高い心疾患患者には、運動処方をする場合には呼気ガス測定を同時に行う心肺運動負荷試験が望ましいが、トレーニング運動強度の設定法には下記のような方法があり、軽症の心疾患患者には必ず行わなければならないというものではない。表3に運動強度設定法をまとめた^{9, 10)}。

5) 運動の種類

心疾患患者における運動プログラムは、安全に行えることが第一条件である。ウォーキングやサイクリングなどの等張性運動があくまでも基本となるが、ストレッチ、徒手体操なども有用性が高く、筋力トレーニングにおいても適切な指導と監視が行えるならば臨床的に安定した虚血性心疾患患者においても安全に適応が可能である。しかしながら、等尺性運動は血圧の上昇を来しやすく、最大筋力の30%を越える筋力では筋血流が阻止され、運動筋でのエネルギーには無酸素性代謝を必要とする。筋力トレーニングは中等度リスク以上の患者には闇雲に行うのは危険であり、虚血性心疾患患者に施行する場合は最大限の注意が必要である。その他、楽しく長く継続するためのアイデアとしてハイキングや卓球、バレーボールなどのスポーツリハビリテーションや体重過多や骨関

節傷害に有用な水中ウォーキングなども良い。

6) 持続時間および頻度, 進行

ウォーミングアップ5~10分, 主運動20~40分, クールダウン5~10分程度で1回当たり計30分~1時間位が適当とされるが, 厳密な決まりはない。運動をした翌日に疲れを残さないことが基本であり, 1週間に3日は行うと良いとされるが, 2日であっても有効であるとの報告も多い。整形外科的障害発生の防止から5日以内が適当とする意見もある。また, 運動プログラムの進行は漸進性の原則が大事である。最初の運動処方個人は個人の運動能力にあわせて, 最低限の強度, 時間, 頻度から始め, 徐々に増加させて行く必要がある。



II. 栄養・減塩などを含む生活習慣改善

1. 栄養指導の要点

心不全の食事療法で最も重要なことは, 減塩によるナトリウム制限である。循環血液量をはじめとした全細胞外液量は体内ナトリウム量により規定されているためである。重症心不全では一日の食塩量3g以下の厳格な塩分制限が必要であるが, 軽症心不全では一日7g以下が良いとされる。しかし日本食では塩分過多になる傾向があり, 食事指導により具体的な指導が必要であるが, とくに麺類やパンなどの加工食品自体にも相当量の食塩が含有されていることを教育する必要がある。減塩指導の難しさは, 利尿薬の服用により必要以上にナトリウムが失われることがあることや過度の食塩制限が食欲を低下させることがあることである。また, 水分制限については, 食事以外の水分量を標準体重×30mL程度を基準とし, 病態によって制限の緩急をつけるのが一般的である。一日1,000mL以下の水分制限は患者にとってかなり厳しい。また, 肥満や糖尿病, 脂質異常症などがある場合は, カロリーや脂質制限, 栄養素のバランスの取れた食事を心掛けることは言うまでもない。

2. 生活指導の要点

1) 心不全の誘因と生活指導

心不全を管理する上で, 心不全の誘因を理解し, 再発予防に注意することは極めて重要である。心不全の誘因として重要なものは, 塩分・水分制限の不徹底, 過労, 治療薬服用の不徹底, 精神的ま

たは身体的ストレスなどが多く, 感染症, 不整脈, 心筋虚血, 高血圧なども重要であるが, 予防可能な誘因が多い。心不全が悪化した場合には, 十分な問診や病態の評価により, 誘因の分析と今後の対策が重要となる。欧米では多職種による退院前患者教育の強化, 退院後の社会資源の積極的活用, 退院後の訪問看護や電話によるフォローアップが再入院やQOLの改善, 医療費抑制に有効であったことが報告されている^{1,2)}。慢性心不全患者の患者管理において, 多職種(医師・看護師・薬剤師・栄養士など)によるチーム医療により退院時指導を充実させ, 適切な病診連携を築くことが診療の質を維持する上でも重要である。

2) 家庭での自己管理とモニタリング

家庭での自己管理で最も重要なことは, 自覚症状と他覚所見のモニタリングである。自覚症状としては, 胸痛, 動悸, 息切れといった心臓の三大症状が最も重要であるが, 高齢者も多く, 必ずしも典型的な症状がないことも多い。普段と何か違うことはないか, 顔色や息づかい, むくみの状態などの観察も重要である。夜間就寝後の呼吸困難感(夜間発作性呼吸困難)の出現や起坐呼吸は救急受診のタイミングであることもよく伝えておく。また, 他覚所見としては, 体重の管理が最も重要である。理想的には朝起床後排尿排便後に裸になっての体重測定が良いが, 実際にはなかなか難しい。同じような寝具を付けての測定でも可とする場合が多い。重症例では毎日尿量を測定し, 体重との関係をグラフにすると分かりやすい。一日に体重が2kg以上増加するような場合は心不全の増悪が強く示唆される。その他, 飲水量のチェック, 血圧, 脈拍の測定・記録なども重要であり, 何か気付いた点があれば症状日誌などに記録をしておくが良い。筆者らはダイアリー形式の生活日誌を作製し患者らに配布している。自覚症状や他覚所見の記載欄に加え, 疾病管理で重要な長期目標や短期目標とその達成度を評価することが可能である。

3) 日常生活上の指導

具体的な日常生活での指導で重要なのは, 復職の可否とタイミング, 運動の可否と注意点, 喫煙や飲酒, その他の嗜好物の摂取, トイレや入浴などについてである。復職については心不全コントロール後の病態評価が重要であり, できる限り運動耐容能を評価した上での指導が必要である。ま

た、運動については、運動による過負荷が心不全悪化の原因となる可能性も高いため、事項に詳しく述べる。喫煙についてはもちろん禁煙が必要であるが、喫煙の何が心臓に悪いのかを分かりやすく説明する必要がある。場合によっては禁煙外来を紹介する必要がある。飲酒については、軽症例では少量（ビール中瓶1本、日本酒1合、グラスワイン2杯程度）の飲酒はかまわないが、中等症以上は原則禁止とする。飲酒はその水分量の他に、つまみとして塩分摂取に繋がりがやすく注意が必要である。また、アルコール心筋症では当然禁止とする。トイレや脱衣所、風呂場では温度管理が問題となることが多く、小型のファンヒーターなどで工夫をする。トイレではあまり息まないように緩下剤で調節する必要があるが、あまり薬に頼らず、適度な食物繊維の摂取を心掛けることや腹部のマッサージなども有効である。また、入眠剤服用者では夜間就寝後の排尿時には、薬剤による朦朧状態や筋弛緩作用によるふらつきなどが起こりやすいことを十分に説明しておく。入浴では適度な湯温（40～41℃）であまり長湯はさせない。また、入浴の深さは両腋を結ぶライン程度で息切れしない程度と指導する。肩が冷えないようにタオルなどを浸して肩に掛けるなど工夫が必要である。旅行の可否についてもよく質問がある。旅行地までの距離や時間、交通手段などについて細かく聴取し、何かあった場合に困らないように、旅行用の診断書を用意しておくことも重要である。また、しばしば心不全増悪の原因となる“風邪”などの感染症対策も重要である。風邪の流行期には無駄な外出はせず、外出時にはマスクの装着を心掛け、混雑を避ける。また、帰宅時には手洗いうがいを励行する。インフルエンザワクチンや肺炎球菌ワクチンの接種も積極的に勧めている。

III. 患者教育と地域パス

近年、心不全のみならず循環器疾患での退院後管理において、生活環境やADLの評価、服薬アドヒアランス、栄養指導など、多職種介入による疾病管理手法としての心臓リハビリテーションが注目されるようになった。再発を予防しQOLを確保するためには、疾病についての十分な理解の上、包括的な管理が極めて重要である。とくに患者自身の疾患についての理解や自己管理が重要で

あり、そのためには分かりやすく、実行可能な患者教育が重要となる。そのためには医師、看護師に加えて薬剤師、栄養士、理学療法士、ソーシャルワーカーなどによる多職種介入によるチームアプローチでの包括的管理が注目されている¹¹⁾。また、かかりつけ医との医療連携においては、地域医療連携パスなどによる患者情報の共有化と在宅を含めた地域完結型の医療システムの構築が期待されており、リハビリスタッフにおいても連携マネージャーとしてのキーパーソンとして活躍することが必要となってきている。心臓リハビリテーションはとくに外来通院型においてその普及度に問題があるが、在宅心臓リハビリテーションの有用性なども報告されてきており¹²⁾、今後在宅を含めた包括的管理システム構築が望まれる。

…文 献…

- 1) 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: 125-135, 2001
- 2) 伊東春樹: ATを基準とした運動療法. 呼吸と循環 40: 1173-1182, 1992
- 3) Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, et al: Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. *SOLVD Investigators. JAMA* 270: 1702-1707, 1993
- 4) Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al: Principles of Exercise Testing and Interpretation, Lippincott Williams & Wilkins, 3rd, 1999
- 5) 谷口興一 監訳: 運動負荷テストの原理とその評価法. 原書第2版. 南江堂, 1999
- 6) Mancini DM, Eisen H, Kussmaul W, et al: Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 83: 778-786, 1991
- 7) Chua TP, Ponikowski P, Harrington D, et al: Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 29: 1585-1590, 1997
- 8) Paul-Labrador M, Vongvanich P, Merz CN: Risk stratification for exercise training in cardiac patients: do the proposed guidelines work? *J Cardiopulm Rehabil* 19: 118-125, 1999
- 9) 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