

## NYHA IV度または血行動態不安定の重症心不全に対するリハビリテーション

NYHA IV度、または血行動態不安定でカテコラミン投与中の「超」重症心不全に対する積極的運動療法の有効性及安全性は未確立である。しかし、このような症例であっても、長期安静臥床による骨格筋廃用症候群の予防あるいは改善をめざして、ベッドサイドで関節の屈伸運動や立位訓練などの理学療法を実施することは十分に可能である。文献的には、NYHA IV度であっても安定状態にある重症心不全であれば、低強度の自転車エルゴメーター、歩行、レジスタンストレーニングにより、自覚症状（疲労・呼吸困難）と  $P\dot{V}O_2$  の改善が得られると報告されている<sup>4,5)</sup>。

ただし、多数例で予後に対する効果を検討した前向き無作為割り付け試験はなく、標準的訓練プログラムやモニタリング方法は確立されていないため、実施に際しては安全性に留意し、心不全の悪化徴候の有無を注意深く観察することが重要である。

なお、左室補助人工心臓 (left ventricular assist system; LVAS または, left ventricular assist device; LVAD) を装着した心臓移植待機中の重症心不全患者に対して運動療法が実施され、有効性が報告されている<sup>6)</sup>。海外では植え込み型の LVAS が使用され、退院後、外来または自宅での運動療法が実施されているが、わが国ではいまだ体外式 LVAS (国産型 TOYOBO 製) が多用され、長期入院を継続せざるを得ないため、身体デコンディショニング予防目的で入院中の監視下運動療法が実施されている (図 2)。

### 高度心機能低下心不全に対する運動療法の有効性

#### 1. 運動耐容能

Demopoulos ら<sup>7)</sup>は 1997 年に、高度心機能低下 ( $LVEF < 30\%$ , 平均 21%) を有する慢性心不全患者に対して、従来は  $P\dot{V}O_2$  の 70% 程度であった運動強度を、50% へと低く設定した運動プロトコル (1 回 1 時間, 週 4 回, 3 か月間) により、左室容積の拡大進行を伴うことなく運動耐容能が

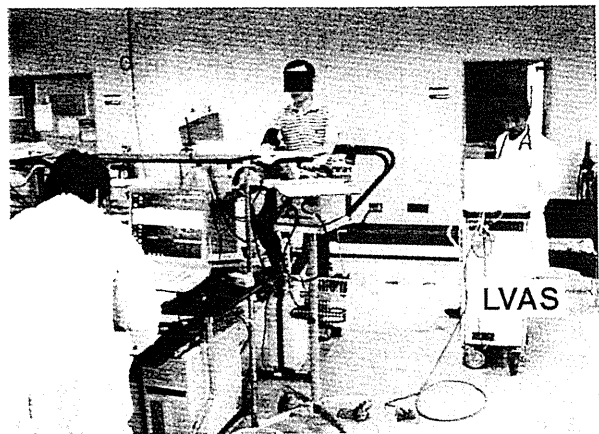


図 2 左室補助人工心臓 (LVAS) 装着中の重症心不全患者の自転車こぎ運動 (国立循環器病研究センター)

11.5→15.0 ml/min/kg へと約 30% 改善することを示した。Benjaminovitz ら<sup>8)</sup>は、 $LVEF$  平均 20% の高度心機能低下を伴う心不全に対して、下肢の持久運動トレーニング (自転車エルゴメーター、トレッドミルを  $P\dot{V}O_2$  の 50% の強度で各 15 分) と下肢のレジスタンス運動トレーニングの組み合わせ (週 3 回, 3 か月間) により、自覚症状 (呼吸困難) の軽減、 $P\dot{V}O_2$  増加、QOL (quality of life) 向上が得られたと報告している。

最近われわれ<sup>9)</sup>は、さらに高度の心機能低下 ( $LVEF$  平均 18%) と運動耐容能低下 ( $P\dot{V}O_2$  平均 51%) を呈する  $\beta$  遮断薬投与中の慢性心不全患者に対する 3 か月間の心リハビリテーションプログラム [運動強度は心拍数予備の 30~50% または嫌気性代謝閾値 (AT) レベル] により、運動セッション中の有害事象はなく、 $P\dot{V}O_2$  の有意な改善 (16.3→18.7 ml/分/kg, +16%) と脳性ナトリウム利尿ペプチド (brain natriuretic peptide; BNP) の下降 (432→214 pg/ml) が得られることを報告した (図 3)。

したがって、安定状態にある高度心機能低下心不全患者に対する比較的低強度の運動療法が、自覚症状、QOL、運動耐容能を改善することはほぼ確実である。

#### 2. 長期予後

中等～重症心不全患者を対象とした ExTraMATCH メタ分析<sup>10)</sup>において、死亡または再入院を含む心事故抑制効果を NYHA,  $LVEF$ ,  $P\dot{V}O_2$  の

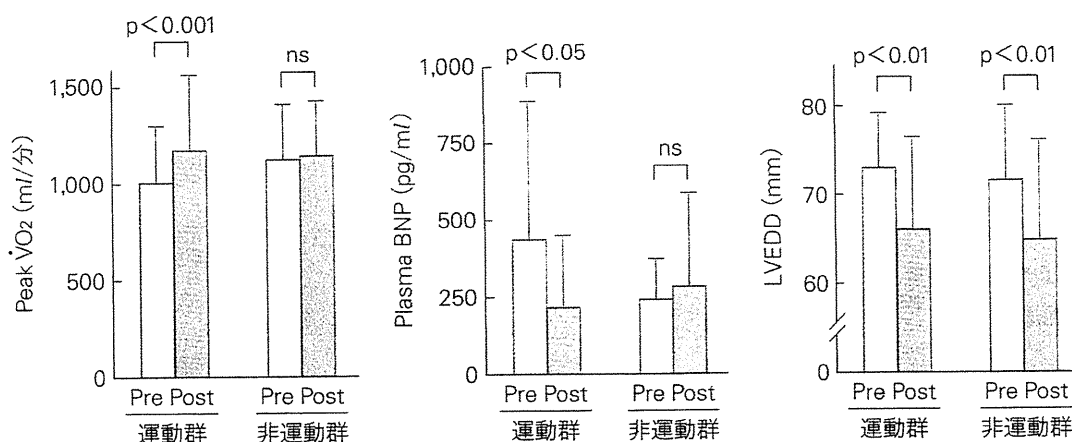


図 3 高度心機能低下の心不全患者に対する運動療法の効果

$\beta$ 遮断薬投与中の LVEF 25%未満 (平均  $18 \pm 4\%$ ) の高度心機能低下心不全患者 (peak  $\dot{V}O_2$  51%, BNP 432 pg/ml) に 3 か月間の運動療法を実施した。P $\dot{V}O_2$ は運動群でのみ増加 (+16%), 血中 BNP は運動群でのみ下降, 左室拡張末期径 (LVEDD) は両群で縮小した。(文献<sup>9)</sup>より引用・改変)

表 2 心不全重症度別に見た運動療法の心事故率 (死亡または再入院) への効果 (文献<sup>10)</sup>より引用)

	Training No of events/No at risk	Control No of events/No at risk	Hazard ratio (95% CI)
Functional class			
NYHA I - II	59/206	65/206	0.89 (0.61~1.29)
NYHA III - IV	68/189	108/200	0.65 (0.47~0.90)
LVEF			
=27%	53/193	63/187	0.82 (0.55~1.21)
<27%	74/202	110/219	0.71 (0.52~0.97)
Peak $\dot{V}O_2$			
=15 ml/kg/min	48/177	53/173	0.85 (0.56~1.30)
<15 ml/kg/min	79/218	120/233	0.70 (0.52~0.95)

重症度別に比較すると, NYHA I ~ II 度の軽症群と III ~ IV 度の重症群の間では差がないか, またはむしろ重症群において, より効果が大きく, 同様に LVEF 27% 未満および P $\dot{V}O_2$  15 ml/min/kg 未満の重症群においても, 軽症群よりも効果が大きい傾向がみられた (表 2)。したがって, 高度心機能低下を伴う重症心不全例において, 運動療法は軽症例と同様か, それ以上に長期予後を改善する可能性がある。また HF-ACTION 試験<sup>11)</sup>において, 平均 LVEF 25% の慢性心不全に対する運動療法の安全性が示されている。

### 高度心機能低下を伴う慢性心不全の運動療法開始前に留意すべきこと

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

第 2 に, 重症心不全に多くみられる感染・炎症・貧血・心筋虚血などの合併症の有無を確認し, 運動療法開始前にそれらをできるだけ是正することである。心筋虚血は運動療法の禁忌とはな

らないが、運動処方<sup>1)</sup>の修正が必要となる。

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

国立循環器病研究センターでは、運動療法開始初日に心臓リハビリテーション室において、エントリーテストとして非虚血性心不全例に対しては6分間歩行テスト、虚血性心不全例に対してはトレッドミル平地歩行負荷12誘導心電図検査を実施し、初期メニュー決定の根拠としている。またその際に、歩行中のふらつきや転倒のリスクについても観察する。

### 高度心機能低下を伴う慢性心不全に対する運動処方

高度心機能低下を伴う心不全に対する運動処方<sup>2)</sup>は、基本的にはガイドライン<sup>2)</sup>に従う。

#### 1. 初期メニュー

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

#### 2. 安定期メニュー

開始1～2週間後に呼気ガス分析を併用した症候限界性心肺運動負荷試験（cardiopulmonary exercise test；CPX）を実施し、LVEFやBNPなどの臨床情報と併せて安定期到達目標としての運動処方を決定する。運動強度は、洞調律例では心拍数処方とし、Karvonenの式 $k=0.3\sim 0.5$ 、AT時心拍数、 $P\dot{V}O_2$ の50～60%の心拍数などからトレーニング心拍数を決定する。心房細動例やペースメーカー調律例では、自覚的運動強度（Borg指数12～13）や $P\dot{V}O_2$ の50～60%となる負荷量（work rate）を用いる。運動時間と運動頻度は、心不全重症度に

表3 心不全の運動療法のモニタリング：経過中に心不全悪化または負荷量過大を示唆する所見（文献<sup>1)</sup>より引用）

運動中のモニタリング	自覚症状	Borg 指数 14 以上、低心拍出量徴候（めまい、倦怠感）、肺うっ血症状（呼吸困難、息切れ）、狭心症状（胸部圧迫感）、整形外科的（筋肉痛、関節痛）
	心拍数	安静時心拍数高値（100 拍/分以上）、運動中心拍数上昇（130 拍/分以上）
	血圧	運動中血圧低下、運動後血圧低下
	心電図モニター	不整脈出現（発作性心房細動、心室性期外収縮頻発、心室頻拍）
経過中のモニタリング	自覚症状	倦怠感持続、前日の疲労感の残存、同一負荷量における Borg 指数の 2 以上の上昇
	体重	体重増加傾向（1 週間で 2 kg 以上の増加）
	心拍数	安静時または同一負荷量における毎分 10 拍以上の上昇
	血中 BNP	月 1 回測定、前回よりも 100 pg/ml 以上の上昇
運動耐容能	運動耐容能（最高酸素摂取量、6 分間歩行距離）や換気効率（ $VE/VCO_2$ slope）の悪化	

より1回30～60分、週3～5回の範囲で設定する。

### 高度心機能低下を伴う慢性心不全の運動療法経過中に留意すべきこと

#### 1. 心不全薬物治療との協調・連携

心不全例では利尿薬・血管拡張薬・ $\beta$ 遮断薬が投与されており、さらに経過中に増量されることがあるので、運動療法中に低血圧・ふらつき症状が認められることがある。この場合、症状が強ければ薬物投与量の減量が必要ながある。運動療法導入1～2週間後に、体重の増加や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。

#### 2. 定期的な運動療法の見直し

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

表 4 心不全の運動療法における心事故発生の予測因子 (文献<sup>13)</sup>より引用)

	心事故群 (15 名)	非心事故群 (96 名)	p
1. 左室拡張末期径拡大 (mm)	75±9	66±8	p<0.001
2. BNP 高値 (pg/ml)	437±270	216±266	p<0.01
3. 運動耐容能高度低下 (PVO <sub>2</sub> %予測値)	47±13	60±14	p<0.01
4. 運動時換気亢進 (VE/VCO <sub>2</sub> slope)	37.8±10.2	29.8±7.5	p<0.001
5. ペースメーカー/ICD 植え込み (%)	27	7	p<0.05

能である。

ただし、すべての心不全症例が良好な経過をたどるとは限らず、経過中に心不全の悪化を認める例も存在するので、自覚症状・身体所見・検査所見の注意深い観察が重要である (表 3)<sup>12)</sup>。国立循環器病研究センターのデータ<sup>13)</sup>では、経過中に運動療法の中絶または一時休止となった例は、左室拡張末期径拡大、BNP 高値、PVO<sub>2</sub>高度低下、運動時換気亢進、ペースメーカー/ICD 植え込みを有しており、これらの症例では注意を要する (表 4)。

### 3. 在宅運動療法との併用

1 か月経過後は、安定例では在宅 (非監視下) 運動療法に移行可能であるが、重症心不全では安全確保とコンプライアンス維持の観点から、間欠的な (週 1 回程度の) 外来通院型監視下運動療法との併用が望ましい。

### 4. 心不全管理の学習指導とカウンセリング

慢性心不全の心臓リハビリテーションを成功させるためには、運動療法の指導以外に、心不全に関する正しい知識や再発予防への動機付けと、対策について本人および家族に十分な教育をすることが重要である。特に体重を毎日測定し記録するよう指導することは、運動療法を安全に施行するうえでも有用である。また、社会復帰や不安・抑うつに関する個人カウンセリングも重要である。

## 未解決の課題

高度心機能低下を伴う心不全例の運動療法における未解決の課題として、① NYHA class IV 度の重症心不全症例に積極的な運動療法が有効か否か、② 長期にわたる運動療法の遵守 (adherence) をいかにして維持するか、③ 心不全の運動療法と疾病管理プログラム<sup>14)</sup>との統合をどう実現するか、

④ わが国において心不全の運動療法の広範な普及をどう図るか、が挙げられる。

## 文 献

- Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, 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
- 松崎益徳, 石井正浩, 和泉 徹・他 : 慢性心不全治療ガイドライン (班長 松崎益徳, 2010 年改訂版). 日本循環器学会ホームページ [http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010\\_matsuzaki\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2010_matsuzaki_h.pdf)
- Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJS : Exercise limitation in chronic heart failure : central role of the periphery. *J Am Coll Cardiol* **28** : 1092-1102, 1996
- Benjaminovitz A, Lang CC, Mancini DM : Selective low-level leg muscle training alleviates dyspnea in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* **40** : 1602-1608, 2002
- McKelvie RS : Exercise training in patients with heart failure : clinical outcomes, safety and indications. *Heart Failure Reviews* **13** : 3-11, 2008
- Laoutaris ID, Dritsas A, Adamopoulos S, et al : Benefits of physical training on exercise capacity, inspiratory muscle function, and quality of life in patients with ventricular assist devices long-term postimplantation. *Eur J Cardiovasc Prevent Rehabil* **18** : 33-40, 2011
- 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* **29** : 597-603, 1997
- Benjaminovitz A, Lang CC, LaManca J, et al : Selective low-level leg muscle training alleviates dyspnea in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* **40** : 1602-1608, 2002
- Nishi I, Noguchi T, Iwanaga Y, et al : Effects of exercise training in patients with chronic heart failure and advanced left ventricular systolic dysfunction receiving  $\beta$ -blockers. *Circ J* **75** : 1649-1655, 2011
- ExTraMATCH collaborative : Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure

(ExTraMATCH). *BMJ* 328 : 189-192, 2004

- 11) O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, et al : Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure. HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 301 : 1439-1450, 2009
- 12) 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, 齋藤宗靖・後藤葉一(編)：狭心症・心筋梗

塞のリハビリテーション, 第4版, pp253-268, 南江堂, 2009

- 13) Nishi I, Noguchi T, Furuichi S, et al : Are cardiac events during exercise therapy for heart failure predictable from the baseline variables?. *Circ J* 71 : 1035-1039, 2007
- 14) 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

## お知らせ

### 第38回日本脳性麻痺研究会

日時：2011年11月3日(木・祝) 12:55～  
会場：幕張メッセ(千葉) 国際会議場 1階 102会議室  
〒261-0023 千葉市美浜区中瀬 2-1  
会長：芳賀信彦(東京大学リハビリテーション医学)  
主 題：小児の認知と運動発達—理論から脳性麻痺の臨床まで  
講演1：運動発達がゆっくりな児に対して小児科医がしていること—脳性麻痺の診断に向けて  
岩崎博之(東京大学)  
講演2：脳性麻痺児の歩行分析の有用性と下肢伸展機構解明の多角的研究の必要性  
金 承革(健康科学大学)  
講演3：脳と身体の初期発達  
多賀巖太郎(東京大学)  
講演4：胎児・乳児の認知行動発達シミュレーションとその発達障害原理解明への貢献可能性

國吉康夫(東京大学)

受講単位：日本リハビリテーション医学会専門医・認定臨床医生涯教育研修単位：研究会参加により「関連学会参加単位」として10単位。講演3, 講演4は, 教育研修講演として各10単位。

日本整形外科学会認定教育研修単位：講演1, 2を通じた聴講により, また講演3, 4はそれぞれ独立して1単位(必須分野番号, 3. 小児整形外科疾患, 13. リハビリテーション). 運動器リハビリテーション単位としても認定されています。

参加費：3,000円

事務局：東京大学医学部附属病院リハビリテーション科

Tel 03-3815-5411(内線35180)

Fax 03-5684-2094

E-mail : todaireh-acd@umin.ac.jp(担当：緒方, 伊藤)

## 特集/心筋梗塞診療の最新情報

## 治療の実際

## 心臓リハビリテーション

後 藤 葉 一

## I. 心臓リハビリテーションとは

## 1. 心臓リハビリテーションの定義

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

構成要素を実施する心疾患の包括的管理プログラムである。

心臓リハビリは、その実施時期により「急性期(第Ⅰ期 phase I)」、「回復期(第Ⅱ期 phase II)」、「維持期(第Ⅲ期 phase III)」の3つの時期に分類され、回復期はさらに回復期早期と回復期後期に分けられる(表1)<sup>4)</sup>。近年では、プライマリーPCIの普及による臥床期間短縮に伴う身体デコンディショニング軽症化、および医療経済的理由による在院日数短縮の結果、入院中に実施される急性期(Phase I)心臓リハビリの期間が大幅に短縮し、心臓リハビリの主体は回復期(Phase II)にシフトしている。

## 2. 心臓リハビリテーションの概念の変遷

欧米では1950年代以前には、AMI患者の治療は8週間にも及ぶベッド上安静が主体であった。その結果、患者の身体デコンディショニングが高度で、合併症併発(肺塞栓症や無気肺)の頻

表 1 急性心筋梗塞症の心臓リハビリテーションの時期的区分

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

表 2 虚血性心疾患に対する心臓リハビリテーション/運動療法の効果

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

度が高かった。1950年代から早期離床の試みが始まり, 1960年代には入院中の心臓リハビリが盛んになった。当時の心臓リハビリの目的は, 長期臥床により生じた AMI 患者の身体デコンディショニングを是正し, 運動耐容能を向上させ退院・社会復帰を早めることであった。

しかし, その後1980~90年代にかけて, 退院後に外来で実施する心臓リハビリが冠危険因子, 生活の質 (QOL), 長期予後を改善する効果を有することが明らかにされ, 心臓リハビリの概念が大きく変化した。すなわち, 以前には「早期離床と社会復帰をめざす補完的医療」であった心臓リハビリが, 現在では「長期予後と QOL を改善させる心血管疾患治療法」の1つと認識されるようになった<sup>4)</sup>。

## II. 虚血性心疾患に対する心臓リハビリテーションの有効性

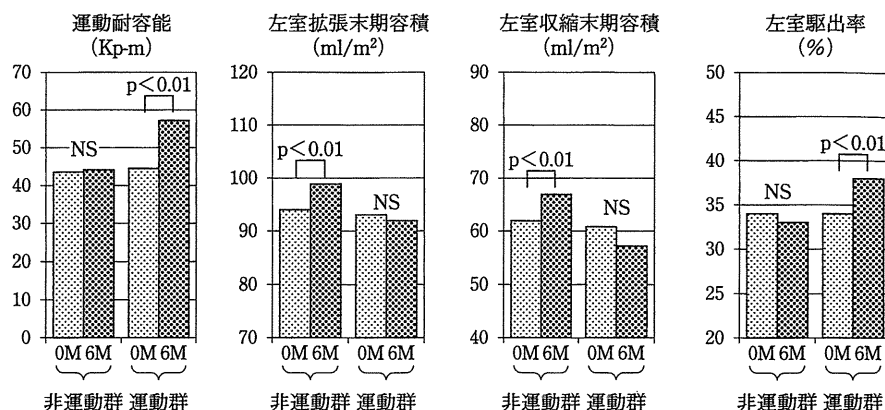
運動療法を主体とする心臓リハビリが虚血性心疾患患者の運動耐容能 (最高酸素摂取量 peak  $\dot{V}O_2$ ) を15~30%増加させ, 血圧・脂質プロフィール・耐糖能などの冠危険因子を改善し, QOL を向上させ, 長期予後を改善することがすでにエビデンスとして示されている<sup>1)~4)</sup>(表2)。

特に長期予後に関しては, 前向き無作為割り付け試験のメタ解析において, 心臓リハビリは通常治療に比較して総死亡率や心死亡率を20~26%減少させると報告されている<sup>5)</sup>。この20~26%の死亡率の低下は, AMI 後の標準治療薬であるアンジオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害薬や $\beta$ 遮断薬の予後改善効果に匹敵するものである。これらを踏まえて, 米国心臓病学会および心臓協会 (ACC/AHA) の ST 上昇 AMI 治療ガイドライン<sup>6)</sup>では, AMI 後に心臓リハビリを実施することが Class I (確実に有用) として推奨されている。

さらに慢性心不全の基礎疾患の過半数が虚血性心疾患 (陳旧性心筋梗塞) である欧米で, 慢性心不全に対する心臓リハビリ・運動療法が自覚症状や運動耐容能を改善するだけでなく, 心事故回避率や生存率をも改善することが報告されている<sup>7)8)</sup>。

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

以下の項では, 特に急性心筋梗塞後の心臓リハビリテーションに関連する最近のトピックス



急性心筋梗塞後患者（左室駆出率<40%）80名を運動療法施行群と非施行群に無作為割り付けし、6ヵ月間追跡したところ、運動療法施行群において運動耐容能の改善とともに左室駆出率の改善が認められ、逆に運動療法非施行群において左室容積の拡大（リモデリング）が進行した。（文献9. Giannuzzi, P. et al.: Circulation, 96: 1790-1797, 1997. より引用）

図 1 心筋梗塞後左室リモデリングに対する運動療法の効果（ELVD 試験）

について述べる。

### Ⅲ. 急性心筋梗塞後の心臓 リハビリテーションの 最近のトピックス

#### 1. 運動療法は梗塞後左室リモデリングを悪化させないか？

左室リモデリングへの影響に関して、1980年代にはAMI後の運動療法が左室リモデリングを促進するのではないかとの懸念があった。しかしAMI後左室機能低下（左室駆出率LVEF<40%）患者を対象にしたELVD研究<sup>9)</sup>において、非運動群では左室容積が増加しリモデリングが進行したのに対し、運動療法実施群では左室容積が不変で、むしろLVEFが改善した（図1）。また運動療法の安静時左室収縮機能への影響に関しては、メタ解析において安静時LVEFは不変またはわずかに改善する（+3%）ことが示された<sup>10)</sup>。さらに複数の無作為割り付け試験において、運動療法が心不全患者の血中BNPおよびNT-proBNPを低下させることが報告されている<sup>11)</sup>。したがって、運動処方に基づく適切な運動療法は左室リモデリングを悪化させることはなく、むしろ好ましい抑制効果を有すると言える。ただし、左室リモデリングの高リスク例（たとえば広範前壁梗塞、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ことが望ましい<sup>14)</sup>。

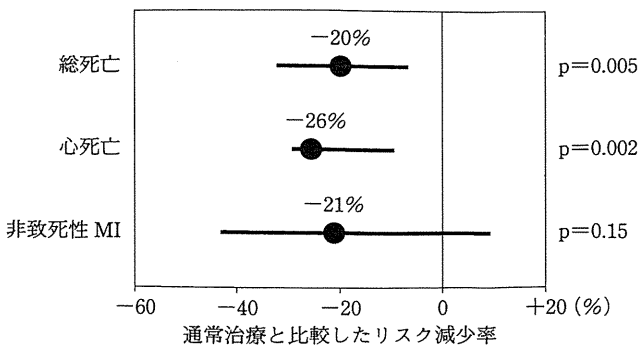
#### 2. 運動療法はPCI後再狭窄に影響しないか？

冠動脈バルーン形成術（POBA）後の再狭窄に対する運動療法の効果は中立的（neutral）で、増悪も軽減もしないとされている<sup>12)</sup>。一方、羽田ら<sup>13)</sup>は冠動脈金属ステント（BMS）留置後患者を心臓リハビリ参加群と通常治療（不参加）群に割り付けた結果、心臓リハビリ参加群において7ヵ月後の運動耐容能が有意に改善し、再狭窄率が通常治療群よりも有意に低率であったと報告している。ETICA試験では、PCI・ステント後の運動療法は、再狭窄率には影響を与えなかったが、心事故率（急性心筋梗塞症、再血行再建術）および再入院率を低下させた<sup>14)</sup>。したがって、運動療法はステント再狭窄に対して少なくとも悪化させることはなく、むしろ抑制的に作用する可能性があると考えられる。

#### 3. 運動療法はステント血栓症を誘発しないか？

強い運動は脱水を促進するとともに血小板凝集能を一過性に亢進させるため、運動療法が冠動脈ステント血栓症を誘発するのではないかと懸念があった。しかし、薬物溶出ステント（DES）を含むステント血栓症の規定因子に関する研究で、運動療法をステント血栓症の規定因子とした報告は見あたらない。逆に、習慣的な運動療法の効果として、血小板凝集能の抑制<sup>15)</sup>、線溶活性の改善（内因性組織プラスミノゲン





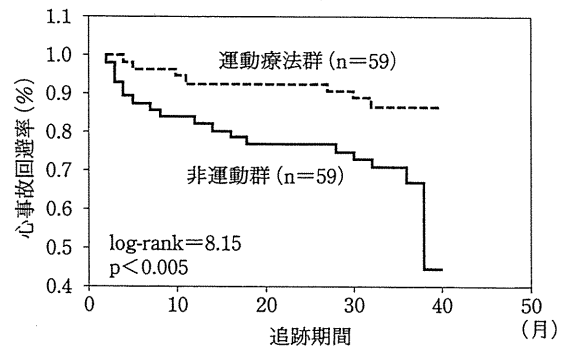
冠動脈疾患患者に対する心臓リハビリテーションの予後改善効果を検討した前向き無作為割り付け試験48編（対象患者合計8,940名）のメタアナリシスの結果、心臓リハビリテーションは通常治療に比べ総死亡を20%減少、心死亡を26%減少させた。非致死性心筋梗塞（MI）は減少傾向を示した。（文献5. Taylor, R. S. et al.: Am J Med, 116: 682-697, 2004. に基づいて作図）

図2 冠動脈疾患患者に対する心臓リハビリテーションの予後改善効果

活性化因子の増加、PAI-1活性の低下）、フィブリノーゲンの低下などを介する抗血栓作用<sup>16)</sup>が知られている。Sogaら<sup>17)</sup>は、PCI翌日からBorg指数13（自覚的に“ややきつい”レベル）の運動療法を開始した運動療法群800人において、運動療法非施行群1,486人に比べて30日後までのステント血栓症、主要有害事象の頻度に差は無かったと報告している。したがって、脱水を生じるほどの高強度の運動については注意が必要であるが、適切な強度の運動療法がステント血栓症を誘発する危険性は否定的と考えられる。

#### 4. 心臓リハビリテーションはAMI患者の長期予後を改善するのか？

心臓リハビリの長期予後改善効果に関しては、Taylorら<sup>5)</sup>が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を実施し、運動療法を主体とした心臓リハビリにより虚血性心疾患患者の総死亡率が通常治療と比較して20%低下し、心死亡率が26%低下すること、また非致死性心筋梗塞発症も21%減少傾向を示すことを報告している（図2）。さらにサブグループ解析により、再灌流療法が一般的になった1995年以前と以降の報告で総死亡に効果に有意差がないと報告している。Wittら<sup>18)</sup>は、米国ミネソタ州Olmsted郡で1982~1998年に急性心筋梗塞で入院し生存退院した1,821人を平均6.6年追跡し、心臓リハビリ参加患者の3年生存率95%は不参加患者の64%に比べ有意に良好



PCI後患者を運動療法群（59名）と非運動療法群（59名）とに無作為割り付けし、運動群は運動療法を6ヵ月間実施した。対象例の50%がAMI、69%がステント挿入患者であった。6ヵ月後の再狭窄率に差はなかったが、運動耐容能（PVO<sub>2</sub>）およびQOLは運動療法群で有意に良好であり、33ヵ月後までの心事故回避率（心死亡、AMI、PCI、CABG）および再入院回避率は運動群で有意に良好であった。（文献14. Berardinelli. R. et al.: J Am Coll Cardiol, 37: 1891-1900, 2001. より引用）

図3 冠動脈インターベンション後患者に対する運動療法の効果 (ETICA試験)

であり、この差は背景因子補正後にも有意であったと報告している。さらにSuayaら<sup>19)</sup>は、米国の公的保険Medicare受給者データに基づき、1997年に入院した高齢（65歳以上）虚血性心疾患患者（AMIが37%）において心臓リハビリ参加者は不参加者に比べ、背景因子補正後の5年死亡率が21~34%低いことを報告している。したがって、比較的若年患者を対象とした無作為割り付け試験、地域の網羅的疫学データ、高齢患者のいずれにおいても、AMI後の心臓リハビリへの参加は長期生命予後を改善すると結論される。

#### 5. 心臓リハビリテーションはPCI後患者の長期予後を改善するのか？

Berardinelliら<sup>20)</sup>はETICA試験において、AMIを含むPCI（POBAまたはBMS）後患者を6ヵ月間の運動療法実施群と非実施群に無作為割り付けし、運動療法実施群では非実施群に比べ運動耐容能およびQOLがより大きく改善し、33ヵ月後までの心事故回避率および再入院回避率が有意に良好であったと報告している（図3）。Goelら<sup>21)</sup>は、1994~2008年に米国ミネソタ州Olmsted郡におけるPCI患者2,395人を平均6.3年間追跡し、心臓リハビリに参加した964人（40%）は不参加患者に比べ背景因子補正後でも総死亡率が45~47%低く、しかも待機的PCI・緊急PCIにかかわらず同様の結果で

あったと報告している。ただしAMI発症率や再血行再建率には心臓リハビリ参加群、不参加群の間で差が無く、これに関して彼らは、心臓リハビリ参加患者は症状を早期発見される機会が多い結果、致命的イベントが非致命的イベントにシフトした可能性があると考えしている。これらの成績から、PCIが成功し残存狭窄がなくなった患者でも心臓リハビリに参加することが有用と言える。なお、DES留置患者の長期予後に対する心臓リハビリの効果に関してはまだ明確なデータがない。

#### 6. 急性期PCI成功・心機能良好の若年AMI患者に心臓リハビリテーションは必要か：「生涯リスク」の概念

急性期PCIが成功し、残存虚血が無く心機能良好の若年AMI例は、予後予測指標であるTIMI risk score<sup>22)</sup>やCADILLAC risk score<sup>23)</sup>によるときわめて予後良好と考えられ、これらの予後低リスク患者における心臓リハビリの必要性・有効性は証明されていない。しかし最近筆者らは、再灌流成功・心機能良好で心不全合併がなく予後に関して低リスクと考えられる若年AMI患者において、冠危険因子多重(3個以上)保有者が約半数(49%)を占めること、および低リスクAMI患者であっても、退院後の心臓リハビリへの積極的参加により不参加群に比べ運動耐容能と冠危険因子プロフィールの有意な改善が得られることを示した<sup>24)</sup>。TIMI risk scoreやCADILLAC risk scoreは、30日または1年以内の短期予後を予測する指標であり、これらが良好である患者群で冠危険因子多重保有者が高頻度であった事実は、短期予後良好患者において逆にLloyd-Jonesら<sup>25)</sup>の提唱する「生涯リスク(Lifetime risk)」が高い可能性を示すものであり、心臓リハビリへの積極的参加がこれらの患者の生涯リスクを改善する可能性が高いと考えられる<sup>26)</sup>。

### IV. 急性心筋梗塞後の心臓リハビリテーションの課題

#### 1. わが国における心臓リハビリテーションの実態

わが国におけるAMI後の心臓リハビリの実施状況に関して、2004年に実施された全国実態

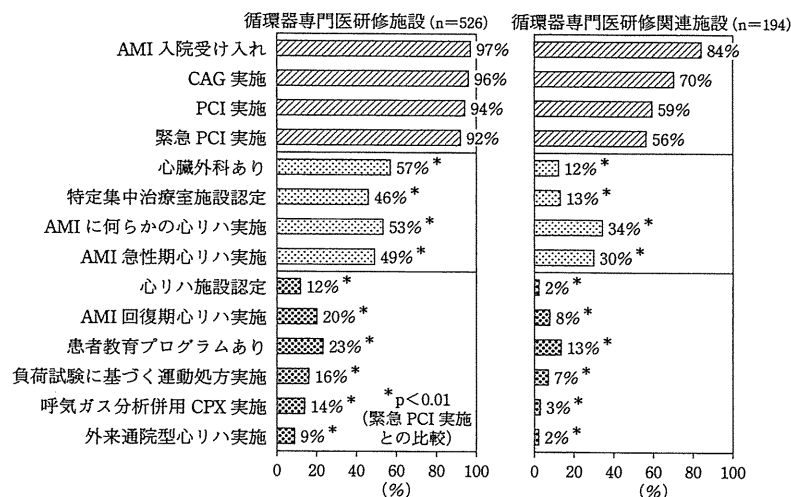
調査<sup>27)</sup>では、循環器専門医研修施設526施設において、緊急PCI実施率は92%であったのに対し、退院後の外来通院型心臓リハビリ実施率はわずか9%にすぎず、冠動脈インターベンションの普及に比べて心臓リハビリの普及がきわめて遅れていることが明らかになった(図4)。またガイドラインで推奨されている患者教育プログラム、個別的運動処方、呼気ガス分析による運動耐容能評価などの実施率も低率であった。5年後の2009年に実施された全国実態調査<sup>28)</sup>では、循環器専門医研修施設597施設における外来心臓リハビリ実施率は21%へと増加していたが、PCI実施率の96%に比べ依然として著しく低値であることに変わりはない。AMIの在院日数が著しく短縮している今日、わが国で心臓リハビリを普及させるためには外来心臓リハビリ実施施設を大幅に増加させることが必要である。

#### 2. 虚血性心疾患の疾病管理プログラム

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

Squiresら<sup>29)</sup>は、Mayoクリニックの外来心リハプログラムに参加したAMI・CABG・PCI後患者503名を対象として、心リハスタッフが“Disease manager”として3ヵ月ごとに個別面接を行い2次予防ガイドライン目標達成状況を評価・指導した結果、3年後の目標達成率は平均収縮期血圧126mmHg, LDL-C 90mg/dl, 中性脂肪145mg/dl, 運動時間139分/週ときわめて良好であったと報告している。この成績は、外来心リハプログラムが虚血性心疾患患者において2次予防目標を達成・維持する「疾病管理プログラム」の役割を果たすことができることを示している。

今後、高齢化に伴う心不全・腎不全・糖尿病などを有し再入院リスクが高い「慢性疾患複数



日本循環器学会循環器専門医研修施設および研修関連施設において、PCIや緊急PCI実施率はきわめて高率であるが、患者教育プログラム、運動処方、CPX、外来通院型心臓リハビリの実施率はきわめて低率であった。AMI=急性心筋梗塞症、CAG=冠動脈造影、PCI=冠動脈カテーテルインターベンション、CPX=心肺運動負荷試験（文献27. Goto, Y. et al.: Circulation J, 71: 173-179, 2007. より引用）

図 4 循環器専門医研修施設における急性心筋梗塞の診療に関する全国実態調査

保有高齢患者」と、生活習慣の欧米化に伴うメタボリック症候群などの「冠危険因子複数保有若年患者」が増加し、「包括的心疾患管理プログラム」としての外来心臓リハビリへの需要はますます高まると予想される。したがって今後、外来心臓リハビリ実施施設の増加をめざすとともに、プログラムの内容についても長期疾病管理をめざして質の向上を図る必要がある<sup>30)</sup>。

### 3. 心臓リハビリを組み込んだAMI地域連携パス

2009年全国実態調査<sup>28)</sup>において、心臓リハビリを実施していない施設の多くは中小規模施設であり、非実施の3大理由は、スタッフ不足・スペース不足・設備不足であった。これらの中規模施設では、現行の心大血管疾患リハビリ施設基準達成や適応患者確保が困難であることも想定される。その場合には、地域における外来心臓リハビリ実施施設を巻き込んで、「心臓リハビリを組み込んだAMI地域連携パス」を構築するという選択肢がある<sup>31)</sup>。

## ま と め

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

生命予後を改善する方策の重要性がこれまで以上に高まっている。すなわち、入院中死亡率や1年以内死亡率といった「短期予後」改善方策とともに、「生涯リスク」を念頭に置いた長期戦略が求められている。外来心臓リハビリは、豊富なエビデンスによりAMI患者やPCI後患者に対する有効性と安全性がすでに確立されており、今後はわが国で広範に普及させるための具体的方策が追求されるべきである。

## 文 献

- 野原隆司, 安達仁, 伊東春樹, 上嶋健治, 片桐敬, 川久保清ほか: 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2007年改訂版). [http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007\\_nohara\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf)
- Ades, P. A.: Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *N Engl J Med*, 345: 892-902, 2001.
- Leon, A. S., Franklin, B. A., Costa, F. et al.: AHA Scientific Statement. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *Circulation*, 111: 369-376, 2005.
- 齋藤宗靖・後藤葉一(編集): 「狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション (第4版)」。南江堂, 2009年.
- Taylor, R. S., Brown, A., Ebrahim, S. et al.: Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am J Med*, 116: 682-697, 2004.
- Antman, E. M., Hand, M., Armstrong, P. W., Bates, E. R., Green, L. A., Halasyamani, L. K., Hochman, J. S., Krumholz, H. M., Lamas, G. A.,

- Mullany, C. J., Pearle, D. L., Sloan, M. A., Smith, S. C. Jr.: 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Group to Review New Evidence and Update the ACC/AHA 2004 Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction). *Circulation*, 117: 296-329, 2008.
- 7) Belardinelli, R., Georgiou, D., Cianci, G. et al.: Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure. *Circulation*, 99: 1173-1182, 1999.
  - 8) ExTraMATCH collaborative: Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ*, 328: 189-192, 2004.
  - 9) Giannuzzi, P., Temporelli, L., 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*, 96: 1790-1797, 1997.
  - 10) Haykowsky, M. J., Liang, Y., Pechter, D., Jones, L. W., McAlister, F. A., Clark, A. M.: A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients. *J Am Coll Cardiol*, 49: 2329-2336, 2007.
  - 11) Passino, C., Severino, S., Poletti, R., Piepoli, M. F., Mammini, C., Clerico, A. et al.: Aerobic training decreases B-type natriuretic peptide expression and adrenergic activation in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol*, 47: 1835-1839, 2006.
  - 12) Ben-Ari, E., Rothbaum, D. A., Linnemeir, T. J. et al.: Benefits of a monitored rehabilitation program versus physician care after emergency percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Cardiopulmonary Rehabil*, 7: 281-285, 1989.
  - 13) 羽田龍彦, 玉井秀男, 武田晋作ほか: ステント治療後の運動療法—その効果と安全性. *心臓リハビリテーション*, 6: 66-70, 2001.
  - 14) Belardinelli, R., Paolini, I., Cianci, G. et al.: Exercise training intervention after coronary angioplasty. The ETICA trial. *J Am Coll Cardiol*, 37: 1891-1900, 2001.
  - 15) Wang, J.-S., Li, Y., Chen, J.-C. et al.: Effects of exercise training and deconditioning on platelet aggregation induced by alternating shear stress in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 25: 454-460, 2005.
  - 16) Rauramaa, R., Li, G., Vaisanen, S. B.: Dose-response and coagulation and hemostatic factors. *Med Sci Sports Exerc*, 33: S516-S520, 2001.
  - 17) Soga, Y., Yokoi, H., Ando, K., Shirai, S., Sakai, K., Kondo, K., Goya, M., Iwabuchi, M., Nobuyoshi, M.: Safety of early exercise training after elective coronary stenting in patients with stable coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 17: 230-234, 2010.
  - 18) Witt, B. J., Jacobsen, S. J., Weston, S. A., Killian, J. M., Meverden, R. A., Allison, T. G., Reeder, G. S., Roger, V. L.: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the community. *J Am Coll Cardiol*, 44: 988-996, 2004.
  - 19) Suaya, J. A., Stason, W. B., Ades, P. A., Normand, S. T., Shepard, D. S.: Cardiac rehabilitation and survival in older coronary patients. *J Am Coll Cardiol*, 54: 25-33, 2009.
  - 20) Berardinelli, R., Paolini, I., Cianci, G. et al.: Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J Am Coll Cardiol*, 37: 1891-1900, 2001.
  - 21) Goel, K., Lennon, R. J., Tilbury, T., Squires, R. W., Thomas, R. J.: Impact of cardiac rehabilitation on mortality and cardiovascular events after percutaneous coronary intervention in the community. *Circulation*, 123: 2344-2352, 2011.
  - 22) Morrow, D. A., Antman, E. M., Charlesworth, A., Cairns, R., Murphy, S. A., de Lemos, J. A., Giugliano, R. P., McCabe, C. H., Braunwald, E.: TIMI risk score for ST-elevation myocardial infarction: A convenient, bedside, clinical score for risk assessment at presentation. *Circulation*, 102: 2031-2037, 2000.
  - 23) Halkin, A., Singh, M., Nikolsky, E., Grines, C., Tchong, J. E., Garcia, E. et al.: Prediction of mortality after primary percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction. The CADILLAC risk score. *J Am Coll Cardiol*, 45: 1397-1405, 2005.
  - 24) Kamakura, T., Kawakami, R., Nakanishi, M., Ibuki, M., Ohara, T., Yanase, M., Aihara, N., Noguchi, T., Nonogi, H., Goto, Y.: Efficacy of Out-Patient Cardiac Rehabilitation in Low Prognostic Risk Patients After Acute Myocardial Infarction in Primary Intervention Era. *Circ J*, 75: 315-321, 2011.
  - 25) Lloyd-Jones, D. M., Leip, E. P., Larson, M. G., D'Agostino, R. B., Beiser, A., Wilson, P. W. et al.: Prediction of lifetime risk for cardiovascular disease by risk factor burden at 50 years of age. *Circulation*, 113: 791-798, 2006.
  - 26) Berry, J. D., Willis, B., Gupta, S., Barlow, C. E., Lakoski, S. G., Khera, A., Rohatgi, A., deLemos, J. A., Haskell, W., Lloyd-Jones, D. M.: Lifetime risks for cardiovascular disease mortality by cardiorespiratory fitness levels measured at ages 45, 55, and 65 years in men.
  - 27) Goto, Y., Saito, M., Iwasaka, T., Daida, H., Kohzaki, M., Ueshima, K. et al.: Poor Implementation of Cardiac Rehabilitation Despite Broad Dissemination of Coronary Interventions for Acute Myocardial Infarction in Japan: A Nationwide Survey. *Circulation J*, 71: 173-179, 2007.
  - 28) 中西道郎, 長山雅俊, 安達仁, 池田こずえ, 藤本和輝, 田城孝雄, 百村伸一, 後藤葉一: 我が国における急性心筋梗塞後心臓リハビリテーション実施率の動向: 全国実態調査. *心臓リハビリテーション (JJCR)*, 16: 188-192, 2011.
  - 29) Squires, R. W., Montero-Gomez, A., Allison, T. G. et al.: Long-term disease management of patients with coronary disease by cardiac rehabilitation program staff. *J Cardiopulm Rehabil Prevent*, 28: 180-186, 2008.
  - 30) Balady, G. J., Williams, M. A., Ades, P. A. et al.: Core Components of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Programs: 2007 Update. *Circulation*, 115: 2675-2682, 2007. Available at: <http://circ.ahajournals.org/cgi/reprint/115/20/2675>.
  - 31) 後藤葉一, 野口輝夫, 川上利香ほか: 心臓リハビリテーションを組み込んだ急性心筋梗塞地域連携パスの試み: 全国実態調査を踏まえた将来展望. *心臓*, 41: 1205-1215, 2009.

## 特集 透析患者における運動・リハビリ療法

[各論]

### V 透析患者に対する心臓リハビリテーション

後藤 葉一\*

**要旨** 透析患者においては、運動耐容能が著しく低下している結果、QOLが障害されているのみならず、運動耐容能低下が長期生存率の規定因子であることが明らかにされている。したがって、透析患者のマネジメントにおいて、運動耐容能を増加させ、長期予後を改善させることは大きな課題である。透析患者に対する運動トレーニングが、運動耐容能・QOL・心血管疾患危険因子を改善させることはほぼ確立されているが、心疾患を合併した透析患者に対する運動トレーニングの報告は未だ乏しい。本稿では、心疾患合併透析患者に対する心臓リハビリテーション・運動療法の効果と安全性、および実施上の注意点について述べる。

<key point>

#### I. 心臓リハビリテーション（心臓リハビリ）とは

ここでの重要なポイント

- 心臓リハビリは、「長期予後と QOL の改善をめざす二次予防プログラム」である。

心臓リハビリとは、「心疾患患者の最適な身体的、心理的、社会的状態を回復および維持し、基礎にある動脈硬化の進行を抑制し、さらに罹病率と死亡率を低下させることをめざす多面的介入」と定義される<sup>1)</sup>。

心臓リハビリは、欧米において1970年代に急性心筋梗塞患者を対象として開始されたが、当時の目的は、長期安静臥床による身体デコンディショニングを是正し運動耐容能を改善し、早期の退院・社会復帰をはかることであった。その後の研究により、退院後に外来で実施される包括的心臓リハビリが虚血性心疾患や慢性心不全などに対して冠危険因子改善、生活の質（QOL）向上、長期予後改善効果（図1）を有すること

**Key words** 心臓リハビリテーション, 運動耐容能, 最高酸素摂取量, 運動処方

\* 国立循環器病研究センター心臓血管内科

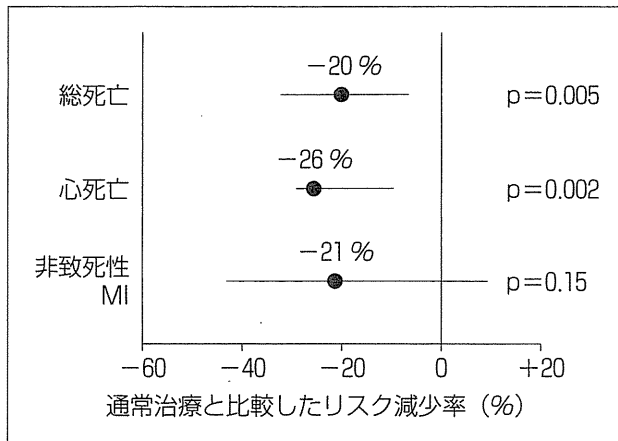


図1 冠動脈疾患患者に対する心臓リハビリテーションの予後改善効果

冠動脈疾患患者に対する心臓リハビリテーションの予後改善効果を検討した前向き無作為割り付け試験48編（対象患者合計8,940名）のメタアナリシスの結果、心臓リハビリテーションは通常治療に比べ総死亡を20%減少、心死亡を26%減少させた。非致死性心筋梗塞（MI）は減少傾向を示した。〔Taylor, R. S., et al.: Am. J. Med. 2004; 116: 682-697<sup>2)</sup>に基づいて作図〕

が明らかにされ、心臓リハビリの概念が「早期離床と社会復帰をめざす機能回復訓練」から、「長期予後とQOLの改善をめざす二次予防プログラム」へと大きく変化した<sup>1),2)</sup>。現在では心臓リハビリは日米欧の心筋梗塞および慢性心不全治療ガイドライン<sup>3)</sup>〔参考URL<sup>1)</sup>〕において推奨されている。

## II. なぜ透析患者に心臓リハビリ・運動療法が必要か？

ここでの重要なポイント

- 透析患者における運動耐容能低下は長期生存率の規定因子である。
- 透析患者に対する運動療法は、運動耐容能とQOLのほかに、心血管疾患危険因子をも改善する。

透析患者では骨格筋量が減少し、運動耐容能が著しく低下していることが知られている。筋力や運動耐容能の低下は日常生活における活動制限やQOL低下に直結するので、心臓リハビリ・運動療法により運動耐容能を向上させることは日常生活におけるQOLの改善につながる。事実、多数の研究により、透析患者に対する運動プログラムにより、運動耐容能やQOLの改善が得られることはほぼ確立されている<sup>4)~7)</sup>。

これに加えて近年、透析患者において身体活動度や運動耐容能が長期生存率の規定因子であることが明らかにされた。O'Hareら<sup>8)</sup>は、外出移動可能な透析患者2,837名における安静生活と1年生存率との関係を検討した。その結果、死亡率は非安静群5%に比し安静生活群では11%と高く、交絡因子補正後も安静生活群は1年後死亡リスクが有意に高値であった。またSietsemaら<sup>9)</sup>は、運動耐容能の指標である最高酸素摂取量（peak VO<sub>2</sub>）を測定した外来透析患者175名を平均39カ月追跡した。その結果、単変量解析ではpeak VO<sub>2</sub> (>17.5 ml/kg/min)、年齢 (<65歳)、透析歴 (<39カ月)、脈圧 (<54 mmHg)、糖尿病な

運動耐容能  
やQOLの  
改善  
長期生存率  
の規定因子

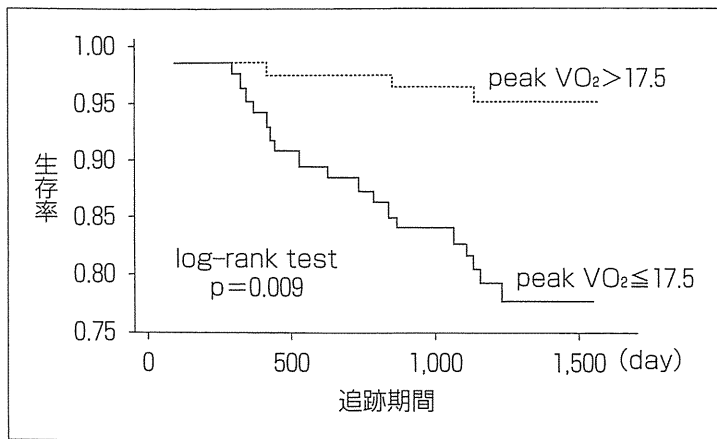


図2 運動耐容能から見た透析患者の予後  
 外来透析患者 175 名において最高酸素摂取量 (peak VO<sub>2</sub>) を測定し、平均 39 カ月追跡した結果、peak VO<sub>2</sub> (≤17.5 ml/kg/min) は血圧・脈圧・糖尿病・貧血 (Hb)・透析年数よりも強力に独立した予後規定因子であった。  
 [Sietsema, K. E., et al : Kidney Int. 2004 ; 65 : 719-724<sup>9)</sup> より引用]

し、心不全なし、が有意な生存率規定因子であったが、多変量解析では、peak VO<sub>2</sub>が独立した生存率規定因子であった (図2)。

ただし、運動耐容能の低い透析患者は予後不良であることは示されているものの、透析患者に対する運動療法により長期予後が改善するか否かを検討した前向き試験はない。しかし、①非透析の心疾患患者に運動療法を実施することにより長期予後が改善することがすでに証明されていること<sup>1),2)</sup>、②透析患者の死因の第1位は心血管疾患であり、透析患者の約80%は高血圧歴を有すること、③透析患者に対する運動療法は血圧、脂質プロファイル (中性脂肪, HDL コレステロール)、大動脈ステイフネス、内皮機能、心拍変動などの各種の心血管疾患危険因子を改善することが示されていること<sup>4),10)</sup>、を考慮すると、透析患者のマネジメントにおいて、身体活動量を増やし運動耐容能を改善させることが長期予後を改善させることにつながる可能性は十分ある。これらを踏まえて、2005年のKidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI)の診療ガイドラインでは、「すべての透析患者は身体活動レベルを増加させるよう腎臓内科・透析スタッフによりカウンセリングを受け、繰り返しアドバイスされるべきである」と記載されている<sup>11)</sup>。

心血管疾患  
 危険因子の  
 改善

### III. 心疾患を有する透析患者に対する心臓リハビリの効果と安全性

ここでの重要なポイント

● 透析患者における低～中強度の運動療法は、有効かつ安全である。

これまでのところ、心疾患を有する透析患者のみを対象とした心臓リハビリ・運動療法の効果と安全性に関する研究はきわめて少ない。しかし透析患者のなかには冠動脈疾患や心不全合併例が少なくないので、実際には多くの研究の対象患者のなかに心疾患患者が含まれている。

Cheemaら<sup>12)</sup>は、透析中に座位または臥位で下半身の筋力トレーニング (Borg 指数 15 [きつい]～17 [かなりきつい] の高強度運動) を 12 週間実施したところ、骨格筋筋力、下肢筋周囲長、体重、CRP が通常ケ

ア群に比べて有意に改善したと報告している。この研究で運動トレーニング群 24 名中 3 名 (13 %) が心筋梗塞患者であったが、運動に関連する有害事象はなかった。また Chen ら<sup>13)</sup> は、心疾患患者 11 名 (50 %) を含む 22 名の血液透析患者に透析中に下肢の低～中強度レジスタンストレーニングを実施することにより、身体活動スコア (SPPB)、骨格筋筋力、activities of daily living (ADL) スコアが通常ケア群に比べて有意に改善したと報告しているが、やはり運動に関連した有害事象はなかった。さらに Kouidi ら<sup>14)</sup> は、10 カ月間にわたる透析中の中強度 (Borg 指数 13) の運動トレーニング (ウォームアップ 10 分、自転車こぎ運動 40 分、下肢・腹部の筋力トレーニング 30 分、クールダウン 10 分、合計 90 分、週 3 回) により、通常ケア群に比べて有意に peak VO<sub>2</sub>が増加し、心臓突然死の危険因子であるホルター心電図 R-R 間隔標準偏差 (SDNN) および自律神経機能指標 (LF/HF 比) が改善したと報告している。この研究では、運動トレーニング群 30 名中 12 名 (40 %) が心疾患 (冠動脈疾患 3 名、心不全 9 名) であったが、やはり運動に関連した有害事象はみられなかった。Smart ら<sup>6)</sup> によるメタ解析では、透析患者延べ 28,400 人・時間の運動療法において運動に直接関連した死亡はなかったことから、透析患者に対する運動療法は安全であるとしている。

Kutner ら<sup>15),16)</sup> は、米国腎臓データシステム (USRDS) の透析患者の予後データと高齢者向け公的医療保険 Medicare の冠動脈バイパス手術 (CABG) および心臓リハビリのデータを連結して、CABG を受けた透析患者 6,215 名を心臓リハビリ実施の有無により 2 群に分け、予後と費用効果を解析し報告している。それによると CABG 後の心臓リハビリ

## ワンポイント アドバイス

### 運動に消極的な患者へのメンタル面でのサポートを教えてください

患者が運動に消極的な理由として、① 骨格筋萎縮・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、などが挙げられます。

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です。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します。④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、繰り返し説明します。⑤については透析室スタッフ自身が透析患者の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す。⑥に対しては、透析中の運動療法を検討する必要があります。



実施患者は多変量解析後のデータで非実施患者に比べ総死亡率が 35 % 減少し、心死亡率が 36 % 減少したという<sup>15)</sup>。さらに 42 カ月間の追跡期間における費用効果分析の結果、心臓リハビリの費用効果 (cost per year of life saved ; YLS) は \$ 13,887/YLS で、「きわめて費用効果が高い (highly cost-effective)」と結論している<sup>16)</sup>。

#### IV. 心疾患を有する透析患者に対する運動リハビリの実際

ここでの重要なポイント

- 透析中の運動療法は、時間の有効活用，継続率向上に有利であり，尿毒症性毒素の除去が期待できる。
- 心疾患合併透析患者の運動療法の注意事項は，安全確保，最適運動処方，体液量状態調整である。

##### 1. 運動療法の実施時期：透析時間中 vs 透析時間外

透析中の運動療法の利点

まず第一の問題は、運動療法をいつ行うかである。透析時間中に実施する運動療法は、運動耐容能 (peak VO<sub>2</sub>) 改善率は非透析日運動療法よりも低いですが、患者にとって時間を有効活用できること、コンプライアンス (継続率) が良好であること、監視下で実施するので安全性が確保できる、などの利点が指摘されている (図 3)<sup>17)</sup>。とくに最近では、透析中の運動により骨格筋血流量が増加する結果、尿素クリアランス (透析効率) が向上し尿毒症性毒素の除去が期待できるとの意見が高まっている<sup>4),5)</sup>。ただし透析中の運動による透析効率の向上が長期的なアウトカム改善につながるかどうかは未だ不明である。また透析中に血圧低下が生じる症例では、運動療法の同時実施は困難かもしれない。

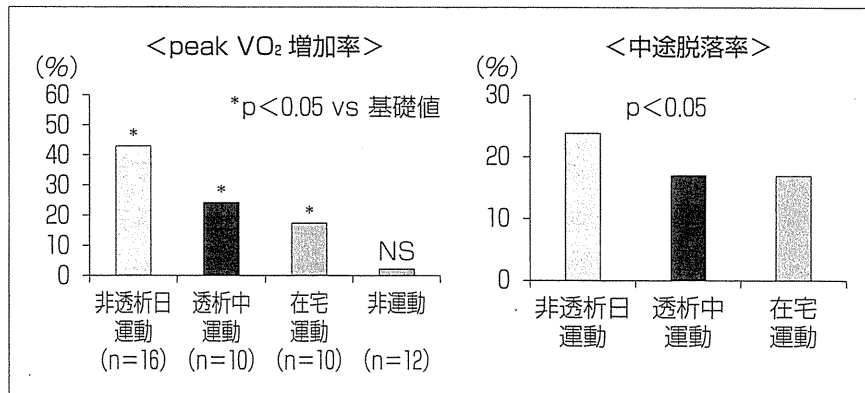


図 3 透析患者における運動療法の方法

透析患者 48 名を、非透析日に監視下運動療法 (週 3 回×6 カ月間) 施行群 16 名、透析中に運動療法施行群 10 名、非監視下在宅運動療法施行群 10 名、運動療法非施行群 12 名に割り付けた。最高酸素摂取量 (peak VO<sub>2</sub>) 増加率は非透析日監視下運動療法施行群でもっとも大きかったが、中途脱落率もこの群で高かった。

[Konstantinidou, E., et al. : J. Rehab. Med. 2002 ; 34 : 40-45<sup>17)</sup> より引用]

表 透析患者の心臓リハビリ・運動療法における注意事項

1. 患者情報収集：狭心症，心筋梗塞，不整脈，心不全，末梢動脈閉塞性疾患(ASO)，整形外科疾患，高度貧血の有無を事前にチェックする。
2. エントリーテスト：運動療法プログラム開始前にエントリー運動負荷（12誘導心電図）試験を行う。必ずしも最大負荷でなくてもよい（目標終点は，年齢補正予測最大心拍数の70～75%，またはBorg指数15 [きつい] レベル）。
3. 運動処方
  - ① 運動の種類：歩行・自転車こぎなどの中強度持久運動に，低～中強度筋力トレーニングを併用する。ジャンプ・ランニングなどの高衝撃（high impact）運動は避ける。
  - ② 運動強度：最高酸素摂取量の40～60%，心拍数予備（Karvonen式）の40～60%，嫌気性代謝閾値（AT）レベルの心拍数，自覚的運動強度（Borg指数；13 [ややきつい] レベル）
  - ③ 運動持続時間：1日30～60分
  - ④ 運動の頻度：週3～5回
  - ⑤ 運動の実施時期：透析中の運動療法は透析開始後1～2時間のうちに実施する。運動中の血圧低下に注意する。透析時間外の運動療法ではコンプライアンス不良（脱落）対策に留意。
4. ウォームアップ：運動前に十分な準備体操（ウォームアップ）を行う。
5. 初期メニュー：初期は低強度・短時間から開始し，徐々に時間・強度を増やしていく。
6. 心電図監視：心筋虚血や不整脈のチェックのために，初期には心電図監視下で運動療法を実施することが望ましい。
7. 体液量状態のチェック：ドライウエイト・血圧などをチェックし体液量を調整する。
8. 多職種連携：透析医・透析室スタッフ・循環器内科医・理学療法士などの連携を強化する（合同カンファレンスなど）。

（筆者作成）

## 2. 運動療法実施上の注意

これまでのところ，心疾患を有する透析患者に対する運動療法の実施方法に関するエビデンスは乏しい。したがって現時点では，非透析の心疾患患者や心疾患を有さない透析患者に対する運動療法のエビデンスおよび専門家の経験に基づいて実施することになる。

現時点で筆者が考える透析患者に対する運動リハビリ実施上の注意点を表に示す。まず心疾患をはじめとする合併疾患に関する患者情報収集が必要である。また透析患者では虚血性心疾患合併が多く，糖尿病合併例では無症候性心筋虚血の頻度が高いので，胸痛の問診だけでなくエントリーテストとして運動負荷試験が必要である。ただし左室肥大のために安静時心電図でST-T異常を認める場合は，負荷心電図では心筋虚血の判定は困難であるので，負荷心筋シンチグラフィなどの画像診断が必要となる。なお冠動脈CT（MDCT）は透析患者では冠動脈石灰化の

合併疾患の  
患者情報収  
集

エントリー  
テスト

ため有用性が低い。

運動処方

運動処方の原則は、① 運動の種類、② 運動強度、③ 運動持続時間、④ 運動の頻度、の四つであるが、透析患者ではこれに⑤ 運動の実施時期（透析中か透析時間外か）、が加わる。運動処方の具体的内容は非透析患者と類似しているため、詳細は心臓リハビリテーションガイドライン<sup>7)</sup>を参照されたい。透析患者に固有の注意点として、体液量状態（volume status）のチェックがある<sup>4),5)</sup>。運動による発汗で脱水に傾くこともある一方、過負荷や飲水過多で溢水傾向になることもあるため、ドライウエイトの綿密なチェックと調整が必要である。

## V. 今後の課題

ここでの重要なポイント

- 今後の課題は、患者教育、透析スタッフへの啓発、透析中の運動療法実施施設の拡充である。

透析患者は、運動耐容能が低い上に心血管死亡率が高く、心臓リハビリ・運動療法により大きな恩恵を受けることが期待されるにもかかわらず、心臓リハビリへの参加率は非透析患者よりもさらに低いことが問題である<sup>4),5)</sup>。この理由として、患者の運動へのモチベーションが低いこと、医療スタッフから運動の推奨が行われていないこと、透析時間外のリハビリプログラムに通う時間的・経済的負担、などが挙げられている。これらを解決するための対策として、① 運動療法の重要性についての患者教育を徹底すること、② 透析医・透析室スタッフが運動療法の重要性を認識し、患者に強く推奨すること、③ 透析中の運動療法を導入すること、などが挙げられている<sup>18)</sup>。

さらに今後の課題として、① 透析患者に対する最適運動メニューの確立、② 透析医・透析室スタッフに対する啓発活動、③ 透析中の運動療法実施施設の拡充、④ 長期継続による患者アウトカム改善のエビデンスの確立、が挙げられる<sup>19)</sup>。

## 文 献

- 1) 齋藤宗靖, 後藤葉一 編: 狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション (第4版). 2009, 南江堂, 東京
- 2) Taylor, R. S., et al.: Exercise-based rehabilitation for patients with coronary heart disease: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Am. J. Med.* 2004; 116: 682-697
- 3) Hunt, S. A., 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* 2009; 119: e391-e479
- 4) Johansen, K. L.: Exercise in the end-stage renal disease population. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2007; 18: 1845-1854
- 5) Parsons, T. L. and King-Van Vlack, C. E.: Exercise and end-stage kidney disease: Functional exercise capacity and cardiovascular outcomes. *Adv. Chronic Kidney Dis.*

- 2009 ; 16 : 459-481
- 6) Smart, N. and Steele, M. : Exercise training in hemodialysis patients : A systematic review and meta-analysis. *Nephrology (Carlton)* 2011 ; May 9 (doi : 10.1111/j.1440-1797.2011.01471.x.)
  - 7) Ouzouni, S., et al. : Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clin. Rehabil.* 2009 ; 23 : 53-63
  - 8) O'Hare, A. M., et al. : Decreased survival among sedentary patients undergoing dialysis : results from the dialysis morbidity and mortality study wave 2. *Am. J. Kidney Dis.* 2003 ; 41 : 447-454
  - 9) Sietsema, K. E., et al. : Exercise capacity as a predictor of survival among ambulatory patients with end-stage renal disease. *Kidney Int.* 2004 ; 65 : 719-724
  - 10) Bronas, U. G. : Exercise training and reduction of cardiovascular disease risk factors in patients with chronic kidney disease. *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2009 ; 16 : 449-458
  - 11) National Kidney Foundation : K/DOQI clinical practice guidelines for cardiovascular disease in dialysis patients. *Am. J. Kidney Dis.* 2005 ; 45(Suppl. 3) : S1-S154
  - 12) Cheema, B., et al. : Progressive exercise for anabiosis in kidney disease (PEAK) : a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2007 ; 18 : 1594-1601
  - 13) Chen, J. L. T., et al. : Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients : a randomized pilot trial. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2010 ; 25 : 1936-1943
  - 14) Kouidi, E. J., et al. : Effects of exercise training on noninvasive cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis : A randomized controlled trial. *Am. J. Kidney Dis.* 2009 ; 54 : 511-521
  - 15) Kutner, N. G., et al. : Cardiac rehabilitation and survival of dialysis patients after coronary bypass. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2006 ; 17 : 1175-1180
  - 16) Huang, Y., et al. : Costs and effectiveness of cardiac rehabilitation for dialysis patients following coronary bypass. *Kidney Int.* 2008 ; 74 : 1079-1084
  - 17) Konstantinidou, E., et al. : Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis : comparison of three rehabilitation programs. *J. Rehab. Med.* 2002 ; 34 : 40-45
  - 18) Painter, P. : Implementing exercise : What do we know? Where do we go? *Adv. Chronic Kidney Dis.* 2009 ; 16 : 536-544
  - 19) Bohm, C. J., et al. : Regular physical activity and exercise therapy in end-stage renal disease : how should we "move" forward? *J. Nephrol.* 2010 ; 23 : 235-243
- 参考 URL (2011 年 8 月現在)
- 1) 野原隆司, 他 : 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2007 年改訂版). 日本循環器学会ホームページ [http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007\\_nohara\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf)

## Summary

### Cardiac rehabilitation in dialysis patients

Yoichi Goto \*

Dialysis patients have extremely decreased exercise tolerance resulting in impaired quality of life (QOL). Decreased exercise tolerance has been shown to be an independent predictor of long term survival. Therefore, in the management of dialysis patients, both enhancing exercise tolerance and improving long term prognosis are important therapeutic targets. Although it has virtually been established that exercise training improves exercise tolerance, QOL, and cardiovascular disease risk factors in dialysis patients, there is paucity of data on cardiac rehabilitation/exercise training in dialysis patients with cardiac disease complications. The efficacy, safety and practical considerations of cardiac rehabilitation/exercise training for dialysis patients with cardiac disease are discussed.

**Key words** : cardiac rehabilitation, exercise tolerance, peak oxygen uptake, exercise prescription

\* *Department of Cardiovascular Medicine, National Cerebral and Cardiovascular Center*