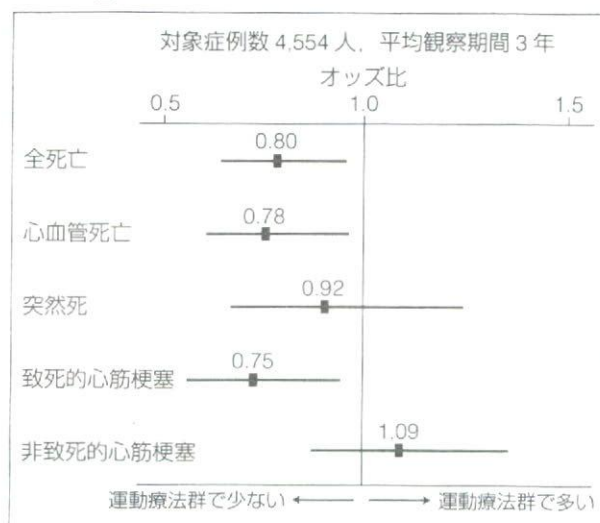


図2 心臓リハビリテーションによる生存率の改善¹⁵⁾



(O'Connor GT et al: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 80: 234-244, 1989 より)

れを伴っていた。しかし、ADLの際に酸素を使用しない人の割合は12%（屋外歩行）～33%（洗髪）も認められた。休まずに「スムーズにできる」人の割合は0%（階段）～48%（排泄）にすぎなかった。ADL範囲は、自室内のみが8%、散歩程度は61%であった。外出の際は自家用車・タクシー利用が66%を占め、バス・電車・自転車の利用は15%にとどまった。現在の生活での不安は、病気、将来、経済状態に関することが多く、特に行いたい項目は歩行、外出、旅行であった。しかし、外出や旅行などは「とてもできない」が46%、「なるべくいきたい」が42%もあったが、1年間で1泊以上の旅行をした人の割合は19%にとどまった。

呼吸器障害患者では、呼吸機能低下に伴って労作時に呼吸困難が出現するようになり、息切れへの恐怖感や不安から活動に対して消極的になるため、座ったり寝てばかりいるという活動量の著しく低下した生活に陥りやすい。このような身体活動量の低下は、四肢体幹筋の萎縮をはじめとした身体機能の低下である「廃用」または「deconditioning」を招き、労作時の呼吸困難をさらに増す方向に働く（図2）。こうして、呼吸困難、活動量低下、身体機能低下、という悪循環を繰り返すことになる（図3）⁸⁾。その結果、ますますADLが低下しQOLは悪化していく。この状況の阻止のため、呼吸リハは重要な役割を果たす。呼吸障害患者におけるADL障害には、重症度ごとにある程度の特徴がみられ、その障害されやすいADL動作を念頭におき、患者の実態・ニーズに即したADL拡大や不安の軽減のためのリハが望まれる。

図3 廃用症候群⁸⁾

1 筋肉	筋萎縮、筋力低下（1日2%、月50%）、酸素摂取能低下
2 関節	腱・靭帯・関節包の硬化・拘縮・屈伸性低下
3 骨	骨粗鬆症、易骨折
4 心臓	心筋萎縮、心収縮力低下、心拍出量低下、心負荷予備力低下
5 血管	毛細管/組織比の低下、循環不全、浮腫、褥瘡
6 血液・体液	血液量減少、貧血、低タンパク
7 内分泌・代謝	ホルモン分泌低下、易感染、肥満、カルシウムバランス負、インスリン抵抗性の出現、高脂血症
8 呼吸器	呼吸筋萎縮、無気肺、肺炎、換気血流不均等
9 腎・尿路	腎血流減少、感染、結石、失禁
10 消化器	消化液減少、吸収不全、便秘
11 神経・精神心理	平衡感覚低下、認知症、幻覚、妄想、不安、不眠、うつ状態、QOL低下、起立性低血圧

【2】循環障害

循環障害の原因疾患としては、狭心症・心筋梗塞といった虚血性心疾患、心筋症、不整脈、心臓弁膜症、心不全、閉塞性動脈硬化症などがあげられる。

狭心症の症状には胸痛のほか下顎や左腕の痛み、喉が詰まるなど、さまざまなものがあり、痛みは5分以内に消失するのが特徴である。また心筋梗塞の場合は、胸痛が30分以上続き、生命にかかわる場合もある。一方、症状のない心筋虚血（無症候性心筋虚血）もある。特に、高齢者や糖

尿病患者の場合には狭心症や心筋梗塞でも痛みを伴わないことがあり、定期的な心電図検査が必要である。虚血性心疾患に対して、最近では、PTCAあるいはステント挿入などの再灌流療法が行われるので、狭心症や心筋梗塞後の冠動脈残存狭窄の割合は少なくなり、運動中の狭心痛の出現も少なくなった。問題になりやすいのは、むしろ、心機能低下に基づく心不全としての症状である。すなわち、循環障害により、運動に必要な四肢の筋肉への酸素供給が不十分になる(図1)ことに基づく症状である。心不全の症状としては、動悸や息切れ、呼吸困難、むくみである。最初は坂道や階段を昇るときに動悸や息切れが起こり、病状が進行すると平地を歩いても息苦しくなる。さらに進むと、夜、床につくと咳が出たり、息苦しさに寝られなくなったりする。この他にも倦怠感や食思不振・不整脈などの症状が出る場合もある。なお、心不全には、NYHA分類でI～IV度に分類して心不全の症状を定義している(江藤論文表2参照)。

リハビリテーションの定義

呼吸リハは、わが国の2001年に日本呼吸管理学会、日本呼吸器学会合同のコンセンサスとして、呼吸リハに関するステートメントでは「呼吸器の病気によって生じた障害をもつ患者に対して、可能な限り機能を回復、維持させ、これにより、患者自身が自立できることを継続的に支援していくための医療である」と定義されている⁹⁾。一方、心臓リハは「医学的な評価、運動処方、冠危険因子の是正、教育およびカウンセリングからなる長期的で包括的なプログラムである¹⁰⁾。このプログラムは、個々の患者の心疾患に基づく身体的・精神的影響をできるだけ軽減し、突然死や再梗塞のリスクを是正し、症状を調整し、動脈硬化の過程を抑制あるいは逆転させ、心理社会的ならびに職業的な状況を改善することを目的とする」と定義されている¹⁰⁾。両方ともに症状の改善や自立を目指しているものの、心臓リハにおいては、さらに包括的リハをとることを明言し、ま

た死亡率・再発の防止をはかるという踏み込んだ表現になっている。これは、これまでのエビデンスの強さの違いからくるものと考えられる。しかしながら、呼吸リハに関しても、COPDに関するリハにとって、最近の10年は、「根拠のない虚無主義(unjustified nihilism)からエビデンスに基づいた楽天主義(evidence-based optimism)へ」と大きく転換した画期的な10年であり¹¹⁾、心臓リハ同様に包括的に行うべきであることはすでに明らかにされている。

しかし、本来のリハは、機能回復を目指すだけでなく、生活機能やライフスタイルを把握し、生活面での工夫や環境の改善などあらゆる手段を用いて「全人的復権」を目指すことにあり、脳卒中や整形外科的な疾患に対するリハに比較して、残ったところをよくして機能を代償させる「代償的アプローチ」、環境を改善してADLを維持・拡大させる「環境改善的アプローチ」が十分とはいえない印象がある。これは後述の普及率の問題とあわせて今後の大きな課題であると考えられる。呼吸・循環障害者に対しても、リハの概念を適用し、生活機能やライフスタイルを把握し、生活面での工夫や環境の改善などあらゆる手段を用いて「全人的復権」を目指すことが重要である。

リハビリテーションのエビデンス

この10年間で呼吸障害においては特にCOPDのリハが極めて有効であることが証明され、リハはCOPDに対する有効な治療として高く評価されることとなり(表1)¹²⁾、COPDに対する非薬物療法として重要な位置におかれている¹³⁾。一方、わが国でさかんに行われている口すほめ呼吸や腹式呼吸などの呼吸理学療法や栄養管理の有効性のエビデンスはまだ明らかとはいえず、今後の無作為対象試験などが待たれる¹⁴⁾。

循環障害に関しても、特に、心臓リハに関しては多くのエビデンスが得られている。心臓リハは、心筋梗塞や心不全を発症して入院してから自宅へ退院するまでのPhase I(急性期)、社会復帰を目標としたPhase II(回復期)、社会復帰以後

表 1 呼吸リハビリテーションの効果¹²⁾

- 1) COPD 患者に対する呼吸リハの必須要素として、歩行筋の運動トレーニングプログラムを推奨する (1A)
- 2) COPD 患者の呼吸困難の症状を改善する (1A)
- 3) COPD 患者の健康関連 QOL を改善する (1A)
- 4) COPD 患者の入院日数など医療資源利用率を減少させる (2B)
- 5) COPD 患者にとり費用効果が高い (2C)
- 6) COPD 患者の生存率を向上させるかどうかを判断できるエビデンスは不十分である。必ずしも呼吸リハが生存率に影響しないという意味ではなく、単に研究知見が不足しているだけ
- 7) COPD 患者に対する包括的呼吸リハプログラムには心理社会的な効果がある (2B)
- 8) 6～12 週間の呼吸リハがもたらすいくつかの便益は 12～18 カ月間で徐々に減少する (1A) 健康関連 QOL などの一部の便益は 12～18 カ月の時点でも対照群を超えている
- 9) 長期 (12 週間以上) の呼吸リハプログラムは短期プログラムよりも持続する効果が高い (2C)
- 10) 呼吸リハ後の維持管理計画が長期的アウトカムに及ぼす影響は大きなものではない (2C)
- 11) COPD 患者に対する運動強度の高い下腿運動トレーニングは、低強度のトレーニングよりも生理学的効果が高い (1B)
- 12) 低強度でも高強度でも、運動トレーニングは COPD 患者に臨床効果をもたらす (1A)
- 13) 呼吸リハプログラムに筋力トレーニングの要素を加えると筋力と筋量が増す (1A)
- 14) COPD 患者の呼吸リハにおけるアナボリックステロイドのルーチン使用を支持する科学的エビデンスは今のところない (2C)
- 15) 上肢の支持なし持久トレーニングは COPD 患者に有効で、呼吸リハプログラムに含めるべきである (1A)
- 16) 呼吸筋トレーニングを呼吸リハの必須要素としてルーチン使用することを裏づける科学的エビデンスはない (1B)
- 17) 教育は呼吸リハの必須要素とすべきである。教育内容には、協同的な自己管理や病状悪化の予防と治療に関する情報を含めるべきである (1B)
- 18) 心理社会的介入の単独療法としての効果を裏づけるエビデンスはほとんどない (2C)
- 19) 科学的エビデンスに欠けるため推奨事項ではないが、現行の方法と専門家の見解は、心理社会的介入を COPD 患者に対する包括的呼吸リハプログラムの一要素として含めることを支持している
- 20) 運動により重度の低酸素血症が誘発される患者には、運動トレーニングによるリハ時に酸素投与を行うべきである (1C)
- 21) 運動誘発性の低酸素血症を引き起こさない患者では、高強度の運動プログラムにおける酸素投与により運動の持続性が増す可能性がある (2C)
- 22) 重度 COPD 患者に対する運動トレーニングの補助手段として、非侵襲的換気はわずかながら運動能力のさらなる向上をもたらす (2B)
- 23) COPD 患者の呼吸リハにおける栄養サプリメントのルーチン使用を支持するエビデンスは不十分である
- 24) 呼吸リハは COPD 以外の一部の慢性呼吸器疾患患者にも有効である (1B)
- 25) COPD 以外の慢性呼吸器疾患患者に対する呼吸リハは、COPD 患者と非 COPD 患者に共通の治療計画に疾患別と患者別の治療計画を加えたものに修正すべきである

生涯を通じて行われる Phase III (維持期) に分けられる。最近の Phase II では、医学的な評価や適切な運動処方と運動療法・薬物療法・食事療法・患者教育・カウンセリングなどをセットにした包括的なプログラムに基づいて行われている。このような取り組みは「包括的心臓リハ」とよばれる。冠動脈再灌流療法の進歩や急性冠症候群の管理の進歩により、Phase I の入院期間が短縮し、包括的ケアを行う Phase II の必要性がますます高まっている。多要素プログラムを擁する包括的 Phase II 心臓リハにより、運動耐容能の増加、冠動脈硬化・冠循環の改善、冠危険因子の是正、生

命予後の改善、QOL の改善などめざましい効果が示されている^{15,16)} (表 2, 表 3)。呼吸リハに比較して特に際立つのは、死亡率の改善である¹⁵⁾。再灌流療法、ACE 治療薬、高脂血症治療薬投与を行っている患者でも、Phase II 心臓リハにより全死亡率と心血管死亡率はさらに明らかに減少したと報告されている¹⁷⁾。また、AMI 以外の冠動脈疾患患者の二次予防に關しての 63 の無作為試験のメタアナリシス¹⁸⁾ でも、全死亡率を 15% 減少させた、特に 12 カ月では 3% 程度 (心筋梗塞の再発は 17% 減少) なのに対し、24 カ月では 47% も減少させたことが指摘されている¹⁸⁾。ま

表2 心臓リハビリテーション運動療法の身体効果¹⁵⁾

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	最大動静脈酵素較差の増大	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改善	B
骨格筋	ミトコンドリアの増加	A
	骨格筋酸化酵素活性の増大	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

た，除細動器植え込み患者においても外来通院型心臓リハを受けた人のほうで運動耐容能が高く，また作動回数が少ないことが指摘されている¹⁹⁾。

心臓リハの有効性が認められている循環器疾患には，心筋梗塞のほかにも，狭心症，冠動脈バイパス術後，心臓弁膜症術後，大動脈瘤手術後，などがある。また，かつて心臓リハの対象外とされてきた高齢者，心不全，心臓移植後などに対しても，心臓リハも適応が拡大され，その有効性も明らかになっている。

「攻めの医療」としてのリハビリテーション

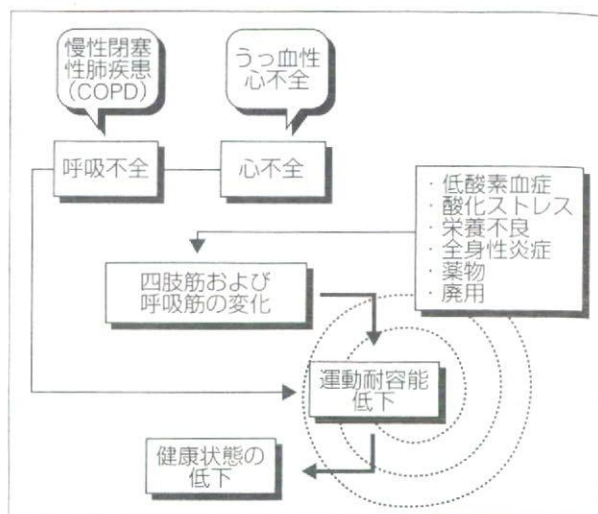
この10年間で，呼吸・循環障害リハのエビデンスは，脳卒中のリハのエビデンスなどにもはや遜色ないレベルにまで高まったわけである。このように呼吸・循環障害患者に対してリハを行わないことは，有効な「治療」を行わないことに等しいわけであり，2006年4月の診療報酬改定でも「呼吸器リハ料」や「心大血管疾患リハ料」が算定されるようになった。

呼吸・循環障害者では，リハにより，筋肉機能・量が増えることで，心・肺機能は改善せずとも運動機能が改善する。また，心臓リハでは心臓

表3 包括的心臓リハビリテーションの効果¹⁶⁾

1. 運動耐容能を増加させる
 - ・ 最高酸素摂取量を増加させる
 - ・ 最大下同一負荷量における乳酸濃度を減少させる
 - ・ 嫌気性代謝閾値を上昇させる
2. 心室リモデリングに影響しない
3. 骨格筋機能障害を改善させる
 - ・ 骨格筋毛細血管密度を増加させる
 - ・ II型からI型筋線維への再変換を促す
 - ・ ミトコンドリアおよびその酸化酵素活性を増加させる
4. 冠危険因子を是正させる
 - ・ 喫煙率を低下させる
 - ・ HDL コレステロールを増加させる
 - ・ 総コレステロール/HDL コレステロール比を増加させる
 - ・ 血圧・血糖コントロールを改善させる
 - ・ 体重を減少させる
5. 冠動脈への直接作用（中枢作用）を有する
 - ・ 冠動脈硬化を改善させる
 - ・ 側副血行路の形成を促進させる
 - ・ 動脈の内皮機能障害を改善させる
 - ・ 微小循環を改善させる
 - ・ 血小板機能の充進状態を改善し血栓形成リスクを減少させる
6. 自律神経機能を改善させる
 - ・ 運動後の心拍数の回復を促進させる
7. 換気機能を改善させる
 - ・ 呼吸困難感を軽減させる
8. 生命予後を改善させる
 - ・ 全死亡率と心血管死亡率を減少させる
9. 不安、ストレス、自信の欠如、うつ、社会的孤立、QOLを改善させる

機能自体が改善する可能性も明らかになってきている¹⁶⁾ (表3)。また、心臓リハは、Hambrechtら²⁰⁾は、左冠動脈前下行枝の75%以上の狭窄を有する安定狭心症患者に狭窄部へステントを挿入した群に比較して、ステントを入れずに運動療法を主体とした心臓リハを1年間続けた群で明らかに event free survival が良好であったという無作為対照試験の結果を報告したことは驚きであり、心臓リハの有効性を大きく印象づけるものであったことは記憶に新しい。従来のリハといえば「疾病罹患後の廃用症候群の回復」というイメージが強かったが、「包括的リハ」に取り組むことで、「日常生活動作の自立と社会復帰」、「要介護の軽減」のみならず、冠動脈硬化・冠循環の改善、冠危険因子の是正、生命予後の改善、機能予後の改善、

図4 呼吸・循環障害における運動障害の悪循環⁸⁾ (筆者訳)

COPDとうつ血性心不全にみられる運動耐容能低下に関わる諸因子

QOLや不安・うつの改善などの目覚ましい成果がもたらされるのである。すなわち、リハの概念に「危険因子の軽減による攻めの医療」という概念が加わったのである²¹⁾。

リハビリテーションと 廃用症候群・安全性

呼吸・循環障害者の運動能力は、末梢骨格筋の最大酸素摂取量で規定される。最大酸素摂取量は肺、心臓、血液、筋肉の機能・量で規定される。呼吸・循環機能が障害されていれば、当然ながら運動機能は低下する(図1)。呼吸・循環障害者は、安静・臥床などにより身体・精神活動の抑制を強いられることが多く、心臓、肺、血液、筋肉の機能がさらに低下するとともに廃用症候群を合併しやすい(図3)。呼吸・循環障害は四肢の筋肉レベルにおいても代謝酵素などに共通の変化が生じることが指摘されている(図4, 図5)⁸⁾。廃用症候群によって、肺炎などによる生命予後の悪化や、認知症・うつなどを招きやすい。すなわち、安静にしすぎることはかえって危険であることを認識することが重要である(図4)。事実、在宅酸素療法患者や心不全患者でも日常運動量が少ないと生命予後の短縮につながることは明白であ

る^{22, 23)}。すなわち、呼吸・循環障害者は安全な範囲内で運動療法を行わなければならない。低酸素血症や心拍数異常の検出には、経皮的酸素飽和度測定計、心拍モニター、ホルター心電計など非侵襲的かつ携帯型のものが開発されており、安全に運動療法が行えるようになった。また、再灌流療法や薬物治療などの進歩により心臓リハは以前よりも安全に行われるようになった。心筋梗塞後のリハの安全性に関する全国調査により、心停止や入院など重篤なケースはほとんどなく、適切な運動処方に基づく運動療法は極めて安全であることが報告されている²⁴⁾。

筆者らは肺移植待機患者に運動療法を中心としたリハを施行したところ、フィジカルフィットネスの改善を認め、長期間移植を回避できたことを報告している²⁵⁾。また、心臓移植待機患者に運動療法を中心としたリハを施行したところ、フィジカルフィットネスの改善を認め、多くの例で心臓移植の必要がなくなり、待機リストから外れたという報告がある²⁶⁾。このように、臓器移植を考へるほどの重篤な呼吸・循環障害患者に対しても、慎重かつ長期的なリハは効果的であり、必要不可欠のものであることを認識する必要がある。一方、臓器移植を行っても運動機能の改善にはすぐ反映しない場合が少なくない。移植待機期間が長く、栄養状態が不良で廃用のある患者などでそれが顕著である^{27, 28)}。移植前は運動機能維持のためのリハが必要であり、術後もリハが運動機能向上のためには極めて重要である^{27, 28)}。

包括的リハビリテーションの重要性

呼吸・循環障害のリハで重要なことは、リハが運動療法だけで成り立つのではなく、きちんとした薬物療法・食事療法・患者教育・カウンセリングなどをセットにした「包括的リハ」として行われることでその威力が倍増することである。

運動療法は心臓リハの中心的な役割を担っており、表2に示すようなさまざまな身体効果が証明されている¹⁵⁾。しかし、平成8年10月AHCPR(米国医療政策研究局)から発表された心臓リハガイ

図5 呼吸・循環障害における筋肉内代謝物・酵素活性の変化⁸⁾(筆者記)

筋肉および筋肉内代謝物・酵素活性	
クレアチンリン酸	
大腿四頭筋 (COPD)	↓
大腿四頭筋 (心不全)	↓
ATP (アデノシン3リン酸)	
大腿四頭筋 (COPD)	↓
大腿四頭筋 (心不全)	↓
グリコーゲン	
大腿四頭筋 (COPD)	↓
大腿四頭筋 (心不全)	↓
乳酸	
大腿四頭筋 (COPD)	↑
大腿四頭筋 (心不全)	↑
LDH (ラクテートデヒドロゲナーゼ)	
大腿四頭筋 (COPD)	↑
大腿四頭筋 (心不全)	↑
横隔膜 (COPD)	↓
横隔膜 (心不全)	↓

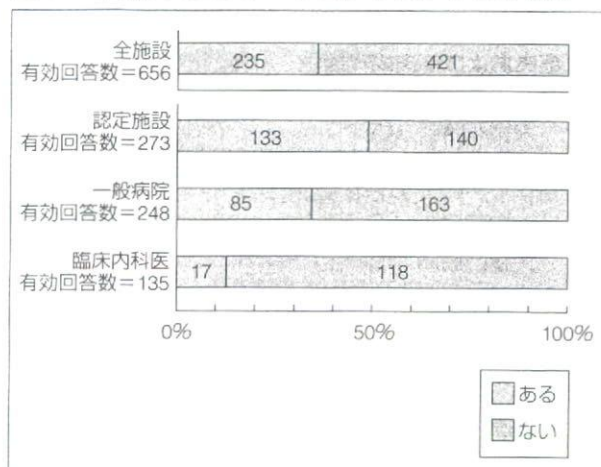
ドライン¹⁰⁾でも明らかなように、運動療法だけでは、再発予防のための危険因子の軽減が十分ではない。すなわち、禁煙効果はほとんどなく、また、脂質・肥満・血圧には効果が一定していない。また、呼吸リハにおいても、教育は呼吸リハの必須要素とすべきであり、教育内容には自己管理や病状悪化の予防と治療に関する情報を含めるべきであると指摘されている¹²⁾。これらのことから、呼吸・循環障害は運動療法のみならず、教育や心理的ケアなど多要素的に包括的リハとして行われる必要がある。

低いリハビリテーションへの参加率

包括的呼吸リハの有用性が次々に明らかになり、在宅酸素療法開始前に呼吸リハを行うようガイドラインでも指摘されている。2004年に行われた全国調査では、日本呼吸器学会認定施設の49% (133 / 273 施設) で呼吸リハプログラムを有していた(図6)²⁹⁾。また、在宅酸素療法患者の45%が呼吸リハを受けており、そのうち39%が1年以上継続していた²⁹⁾。

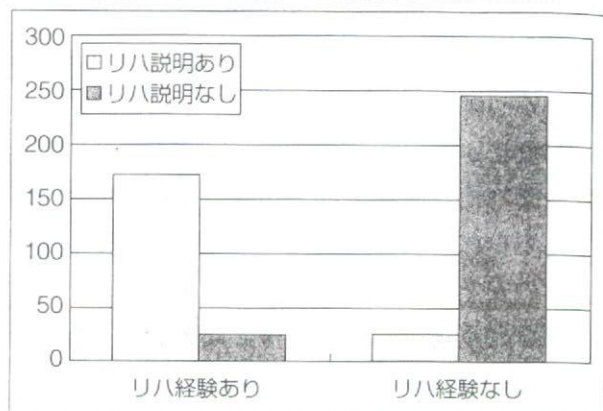
筆者らは、2005年に宮城県内在住の在宅酸素療法患者598名をアンケート対象にし、酸素使用

図6 呼吸リハビリテーションプログラムの有無²⁹⁾



の確認のできた573名の記載内容を分析した^{8,30)}。その結果、呼吸リハの経験がある患者は42%と全国調査と同様の結果であった。しかし、興味深いことに、呼吸リハの説明を受けたことがある患者は44%にしかすぎなかった。そして、呼吸リハの説明を受けた患者の87%は呼吸リハ経験がある一方、呼吸リハ経験のない患者の91%は呼吸リハの説明を受けていなかった。患者が呼吸リハに参加するか否かは、主治医がその説明をするか否かに左右されることが明らかになった(図7)^{8,30)}。また、在宅酸素療法患者のうち、呼吸リハ経験者が自信のある項目の割合は、「呼吸法(例:口すぼめ呼吸,腹式呼吸)」、「酸素ポンベの取り扱い方」、「旅行・外出時の酸素ポンベの手配の仕方」、「薬の飲み方・吸入法」などで高く、呼吸リハ未経験者に比較して明らかに高値であり、指導頻度と一致していた。在宅での運動(歩行)、腹式呼吸、口すぼめ呼吸の割合も呼吸リハ経験者では高値であった(図8)^{8,30)}。また、在宅酸素療法患者のうち、呼吸リハ経験者が自信のある項目の割合は、「呼吸法(例:口すぼめ呼吸,腹式呼吸)」、「酸素ポンベの取り扱い方」、「旅行・外出時の酸素ポンベの手配の仕方」、「薬の飲み方・吸入法」などで高く、呼吸リハ未経験者に比較して明らかに高値であり、指導頻度と一致していた。在宅での運動(歩行)、腹式呼吸、口すぼめ呼吸の割合も呼吸リハ経験者では高値であった(図8)^{8,30)}。呼吸リハの参加希望形態としては

図7 在宅酸素療法患者の呼吸リハ経験の有無と医療者からの呼吸リハの説明の有無の関係^{8,30)}



「近くの病院での外来リハ」の希望が多かった。このように、呼吸リハを普及させるためには、呼吸リハの有効性を医師・患者に十分伝える機会を増やすことと、患者の希望に沿った呼吸リハの受け皿を増加させることが急務である。

一方、心臓リハは心臓疾患における標準的な治療法の1つであるといえるが、呼吸リハ同様、普及率は低値にとどまっている。厚生労働省循環器病研究委託費「わが国における心疾患リハの実態調査と普及促進に関する研究」班の調査では、循環器専門医研修施設ではほとんどの施設(97%)が急性心筋梗塞患者の入院を受け入れ、90%以上の施設が冠動脈造影、PCI、緊急PCIを実施していた³¹⁾。しかし、心臓リハ実施状況をみると、「急性心筋梗塞患者になんらかのリハを実施している」「心筋梗塞患者の急性期心臓リハを実施している」施設は研修施設で約半数、関連施設では約3割にすぎなかった。また、「心筋梗塞患者の回復期心臓リハを実施している」施設は研修施設で2割強、関連施設で1割強、抽出施設で1.5%にすぎなかった。また、心臓リハを実施していないと回答した循環器専門医研修施設245施設と研修関連施設106施設における心臓リハを実施しない理由を調査したところ、「スタッフ不足」「設備がない」「施設基準を取得していない」であった。すなわち、わが国では、AMIに対する急性期冠動脈インターベンションが高度に普及しているのに比べ心臓リハの普及が不釣り合いに遅れていることが明らかになった³¹⁾。

図8 呼吸リハ指導内容と呼吸リハ経験者が自信のある項目の関係^{8,30)}

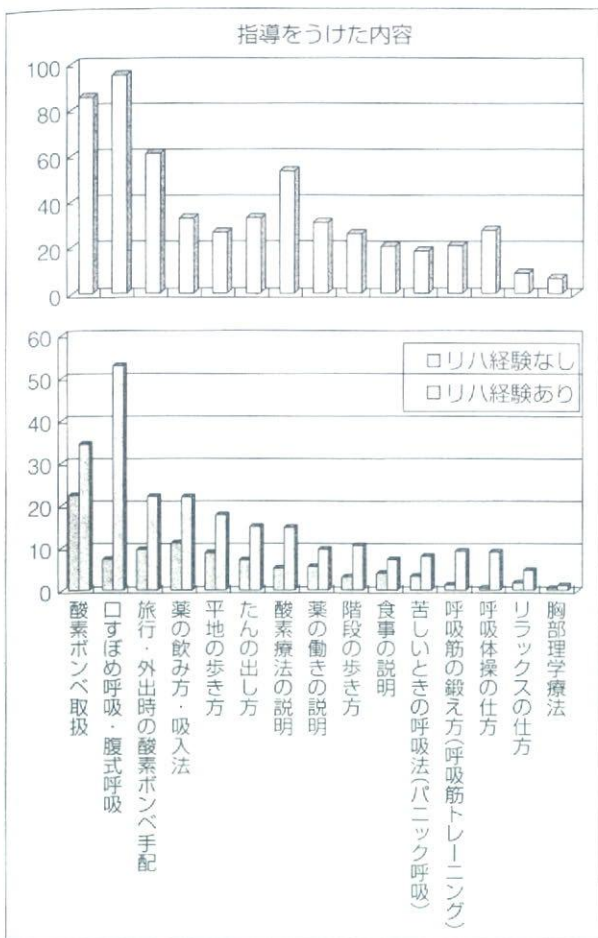


表4 呼吸・循環障害のリハビリテーション普及のために取り組みが必要な課題⁴⁴⁾

<p>1) リハの参加率向上への対策</p> <p>リハの重要性を患者・医療従事者十分に認識させる リハは個別のかつ包括的で、患者の状態に応じたきめ細かいメニュー作成・指導 時間的・経済的・内容的にもっと魅力的なプログラム・システムの作成 呼吸器・心大血管疾患リハ施設基準の緩和</p> <p>2) リハのコンプライアンス向上への対策</p> <p>リハは個別のかつ包括的で、患者の状態に応じたきめ細かいメニュー作成・指導 外来通院型リハプログラムの作成 短期入院型包括的リハプログラムの作成 在宅リハとインターネット利用プログラムの作成 リハの重要性を患者・医療従事者十分に認識させる</p> <p>3) リハ期間・頻度の最適化への対策</p> <p>リハは個別のかつ包括的で、患者の状態に応じたきめ細かいメニュー作成・指導 リハの患者選択・リスクの層別化と費用効果分析</p> <p>4) リハ運営主体の再検討</p> <p>リハは個別のかつ包括的で、患者の状態に応じたきめ細かいメニュー作成・指導 呼吸器・心大血管疾患リハ施設基準の緩和 リハの患者選択・リスクの層別化と費用効果分析 NPO 法人による医療保険外の運営 心臓リハ指導士などの専門家の養成・活用法の検討</p> <p>5) 呼吸・循環障害患者の高齢化、重複障害化への対策</p> <p>リハは個別のかつ包括的で、患者の状態に応じたきめ細かいメニュー作成・指導 リハ医と呼吸器科医・循環器科医の協力体制のより緊密な構築 リハの重要性を患者・医療従事者十分に認識させる</p>

Phase II 心臓リハプログラムへの参加率の低さは海外でも同様で、米国では 8.7%~50%³²⁾、英国では 14~23%³³⁾である。参加率が低い理由は、循環器内科医が患者に対して心臓リハを積極的に紹介しないこと、心臓リハ施設への距離が遠いこと、患者のモチベーションが欠如していることなどがある。参加率が高い人の特徴は、年齢が若く、男性で、収入が多く、疾病の重篤度を理解していること、である。

望ましいリハビリテーションプログラムと今後の課題

呼吸・循環障害のリハの普及には、患者自身あるいは患者と家族が自立・継続してリハを行えるようにする工夫が必要である^{34,35)}。すなわち、無理のないメニューにすること、最低限何が必要かを的確に患者や家族に伝えること、患者があきら

めない内容にすることが必要であろう。

リハの効果を維持するためには継続が必要不可欠であり、フォローアップのシステムをつくり継続させるような方策をとることが望ましい。リハの効果の継続には、スタッフや家族による継続したサポートが重要であり³⁶⁾、それらが得られない場合は、リハの効果は訓練終了後低下すること³⁷⁾、リハは継続が困難であるとの報告もある³⁸⁾。患者のリハへの意欲を維持するためにどうしても外来リハが必要である患者には、最近わが国でつくられた NPO 法人の Phase III 心臓リハ組織であるメディックスクラブのような組織³⁹⁾などの呼吸リハへの応用なども選択肢にあげられるかもしれない。運動療法や患者教育には、日本呼吸ケア・リハ学会、日本呼吸器学会、日本リハ

医学会, 日本理学療法士協会が共同編集した「呼吸リハビリテーションマニュアル」などが標準化したテキストとして有用であろう^{40,41)}。

呼吸・循環障害患者の高齢化が進んでいる。このような患者では重複障害や認知障害を合併していることが多く、それを理由にリハに加われない場合も少なくないとされている⁴²⁾。むしろ、呼吸・循環障害患者の高齢・障害の重複化に対しては、関節拘縮・バランス改善や予防という理学療法や環境対策も含めた広い意味でのリハに熟知したリハ医に任せることで、心臓リハ対象患者を拡大できる可能性が高く、リハ医と呼吸器科医・循環器科医の協体制のより緊密な構築が望まれる^{16,43)}。今後は、呼吸・循環障害リハの有するさまざまな課題に取り組み、時間的・経済的・内容的にもっと魅力的な患者主体の新しいプログラム・システムの作成を行う必要があるであろう(表4)⁴⁴⁾。



呼吸・循環障害リハのエビデンスを患者・医療関係者双方に周知徹底させ、患者・医療関係者に対し呼吸・循環障害リハの重要性を啓蒙することがなによりも重要である。呼吸・循環障害のリハのゴールは単に在宅生活におけるADLの自立やQOLの改善のみにあるのではない。呼吸・循環障害のリハは、長期的な包括的リハによる原疾患の再発防止、生命予後の改善、動脈硬化性疾患の予防・治療、動脈硬化巣そのものの改善など、「攻めの医療」としての役割も担っていることを理解する必要がある。一方、呼吸・循環障害患者の高齢化、重複障害化が進んでおり、十分なりハ技術をもったスタッフの不足によりリハに加われない場合も少なくない。また、時間的・経済的・内容的にもっと魅力的な患者主体の新しいプログラム・システム作成するなど解決すべき課題も多いが、呼吸・循環のリハは今後ますます重要な分野になると考えられる。

文献

- Incalzi RA et al : Construct validity of activities of daily living scale : a clue to distinguish the disabling effects of COPD and congestive heart failure. *Chest* 127 : 830-838, 2005.
- Fukuchi Y et al : COPD in Japan : the Nippon COPD Epidemiology study. *Respirology* 9 : 458-465, 2004.
- 厚生労働省ホームページ : Available from <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/index.html>
- Murray CJ et al : Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020 : Global Burden of Disease Study. *Lancet* 349 : 1498-504, 1997.
- 後藤葉子・他 : COPD 重症度別にみた肺気腫患者の日常生活における障害. *日呼吸誌* 9 : 153-169, 1999.
- Kohzuki M et al : Pulmonary rehabilitation survey in the north Japan : recommendation and participation. *Am J Respir Crit Care Med* 171 : A814, 2006.
- 上月正博・他 : 在宅酸素療法患者のADLとリハビリテーション実態調査(その1) : ADLと不安. *JJRM* 43 : S177, 2006.
- Gosker HR et al : Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure : underlying mechanisms and therapy perspectives. *Am J Clin Nutr* 71 : 1033-1047, 2000.
- 日本呼吸管理学会・日本呼吸器学会 : 呼吸リハビリテーションに関するステートメント. *日呼吸管理会誌* 11 : 321-330, 2001.
- Wenger NK et al : In : Cardiac Rehabilitation. Clinical Practice Guideline No.17, AHCPR Publication No 96-0672, pp 1-26.
- Celli BR : Chronic obstructive pulmonary disease : from unjustified nihilism to evidence-based optimism. *Proc Am Thorac Soc* 3 : 58-65, 2006.
- Ries AL et al : Pulmonary rehabilitation : Joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines *Chest* 2007 ; 131 : 4S-42S.
- 日本呼吸管理学会 COPD ガイドライン第2版作成委員会 : COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン第2版, メディカルレビュー社, 2004.
- 上月正博 : リハビリテーション医学 2007 最近10年の動向とエビデンス : 呼吸器疾患—慢性閉塞性心疾患を中心に—. *総合リハ* 35 : 1105-1114, 2007.
- 循環器病の診断と治療に関するガイドライン 2000-2001年度合同研究班 : 心疾患における運動療法に関するガイドライン. *Circulation J* 66(Suppl IV) : 1177-1247, 2002.
- 上月正博 : 教育講演 : 心筋梗塞リハビリテーション Update. *JJRM* 44 : 606-612, 2007.
- Lear SA et al : Cardiac rehabilitation : a comprehensive review. *Curr Control Trials Cardiovasc Med* 2 : 221-232, 2001.
- Clark AM et al : Meta-analysis : Secondary prevention for patients with coronary artery disease. *Ann Intern Med* 143 : 659-672, 2005.
- Daivids JS et al : Benefits of cardiac rehabilitation in patients with implantable cardioverter-defibrillators : a patient survey. *Arch Phys Med Rehabil* 86 : 1924-1928, 2005.
- Hambrecht R et al : Percutaneous coronary angioplasty compared with exercise training in patients with stable coronary artery disease : a randomized trial. *Circulation* 109 : 1371-1378, 2004.
- 上月正博 : 変わるリハビリ—攻めのリハビリと拡大する対

- 象疾患一。ヴァンメディカル社，2006。
- 22) Ringbaek TJ et al : Outdoor activity and performance status as predictors of survival in hypoxaemic chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Clin Rehabil* 19 : 331-338, 2005.
 - 23) 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.
 - 24) 上嶋健治・他 : わが国における急性心筋梗塞症回復期心臓リハビリテーションの安全性—初めての全国調査—. *日本心臓リハ学会誌* 11 : S59, 2006.
 - 25) 上月正博・他 : 運動療法は高齢心肺機能障害者のフィジカルフィットネスの改善に寄与するか呼吸リハによる肺移植待機肺機能障害者のフィジカルフィットネスの改善. *JJRM* 41 : 393-397, 2004.
 - 26) Stevenson LW et al : Improvement in exercise capacity of candidates awaiting heart transplantation. *J Am Coll Cardiol* 25 : 163-170, 1995.
 - 27) 上月正博・他 : 脳死肺移植術前後のリハビリテーション—本邦初の脳死片肺移植症例の術前および術後1年間の経過—. *日呼吸管理会誌* 11 : 263-268, 2001.
 - 28) 森 信芳・他 : 脳死肺移植術前後のリハビリテーション—本邦第一例を含む連続4症例での検討—. *JJRM* 40 : 293-301, 2003.
 - 29) 日本呼吸器学会在宅呼吸ケア白書作成委員会編. 在宅呼吸ケア白書, 文光堂, 2005.
 - 30) 上月正博・他 : 在宅酸素療法患者のADLとリハビリテーション実態調査(その1) : 呼吸リハビリテーションの参加状況と内容. *JJRM* 43 : S177, 2006.
 - 31) Goto Y 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 : 173-9, 2007.
 - 32) Lear SA et al : Cardiac rehabilitation : a comprehensive review. *Curr Control Trials Cardiovasc Med* 2 : 221-232, 2001.
 - 33) Bethell HJ et al : Cardiac rehabilitation in the United Kingdom. How complete is the provision? *J Cardiopulm Rehabil* 21 : 111-115, 2001.
 - 34) Celli BR : Pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Am J Respir Care Med* 152 : 861-864, 1995.
 - 35) Ries AL et al : Maintenance after pulmonary rehabilitation in chronic lung disease : a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 167 : 880-888, 2003.
 - 36) Simons-Morton DG et al : Effects of intervention in health care settings on physical activity or cardiorespiratory fitness. *Am J Prev Med* 15 : 413-430, 1998.
 - 37) Albert RK : Is pulmonary rehabilitation an effective treatment for chronic obstructive pulmonary disease? No. *Am J Respir Crit Care Med* 155 : 784-785, 1997.
 - 38) Griffiths TL et al : Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation : a randomized controlled trial. *Lancet* 355 : 362-368, 2000.
 - 39) 伊東春樹 : 維持期心臓リハビリテーション. *総合リハ* 15 : 738-749, 2006.
 - 40) 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーション作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 日本理学療法士協会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会 : 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—. 日本呼吸管理学会/日本呼吸器学会/日本理学療法士協会, 照林社, 2003.
 - 41) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会呼吸リハビリテーション委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 日本リハビリテーション医学会診療ガイドライン委員会・呼吸リハビリテーション策定委員会, 日本理学療法士協会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会 : 呼吸リハビリテーションマニュアル—患者教育の考え方と実践—. 日本呼吸管理学会/日本呼吸器学会/日本リハビリテーション医学会/日本理学療法士協会, 照林社, 2007.
 - 42) Ferrara N et al : Cardiac rehabilitation in the elderly : patient selection and outcomes. *Am J Geriatr Cardiol* 15 : 22-27, 2006.
 - 43) Kohzuki M : Cardiac rehabilitation in Japan : prevalence, safety and future plans. *J HK Coll Cardiol* 14 : 43-45, 2006.
 - 44) 上月正博 : 巻頭言. *Mod Physician* 27 : 127-129, 2007.

Ⅲ 心臓リハビリテーションの実際

6 補助人工心臓装着後

牧田 茂¹⁾ 花房祐輔²⁾

Key Words | LVAS 重症心不全 レジスタンストレーニング

はじめに

末期的重症心不全の治療法としての補助人工心臓 (VAS: ventricular assist system または VAD: ventricular assist device) は、心臓移植へのブリッジとして適応が広がっており補助期間が長期に及んでいる。それに伴い VAS 装着患者の体力回復・維持や QOL の向上が問題となり、心臓リハビリテーション (以下心臓リハ) が重要視されている。VAS のなかでも臨床的に最も使用されているのが LVAS (left ventricular assist system: 左室補助人工心臓) である。LVAS 装着患者は心不全の罹病期間が長いことから脱調節 (deconditioning) が著明で、LVAS 装着後いかに全身の廃用状態の回復を図っていくかがキーポイントとなる。また、LVAS 装着中に血液ポンプ内の血栓形成や抗凝固療法による出血で脳血管障害を合併することがあり、心臓リハを進めていくうえで、LVAS の理解と運動障害への知識を要求される。内外の文献をみると、LVAS 装着後血行動態が安定化すれば早期の離床訓練を含めた心臓リハが必要であることはもちろんであるが、持久能力回復には病棟内歩行訓練だけでなく、自転車こぎやトレッドミル歩行などの定量的な有酸素運動が用いられているのが通常となっている。

補助人工心臓 (VAS) について

VAS は自己心機能の程度にかかわらず心機能を 100% 代行することが可能であり、自己心を温存し自己心の近傍に設置する人工心臓である。現在国内で認可されている VAS としては、体外設置型の東洋紡社製国立循環器病センター型と日本ゼオン/アイシン精機製東京大学型が、また体内設置型では WorldHeart 社製 Novacor が保険適応となっている。これらの VAS のうち、現状では東

表 1 補助人工心臓の適応基準¹⁾

1. 左心補助人工心臓
内科的治療および/あるいは IABP に反応しない心不全
 - a. 血行動態
PCWP \geq 20 mmHg
および
収縮期血圧 \leq 80 mmHg あるいは心係数 \leq 2.0
 - b. 副徴
1 時間排尿 \leq 0.5 ml/kg
SVO₂ \leq 60%
臨床経過
・急激な血行動態の変化
・進行する腎機能障害
・進行する肝機能障害
2. 右心補助人工心臓
左心補助人工心臓駆動下において内科的治療に反応しない右心不全
CVP < 18 mmHg では、収縮期血圧 \leq 80 mmHg
あるいは心係数 \leq 2.0
3. 適用除外
 - a. 回復不能な腎機能障害
 - b. 回復不能な肝機能障害
 - c. 呼吸不全 (循環不全に伴うものは除く)
 - d. 高度な血液障害 (出血傾向など)
 - e. 重症感染症

¹⁾ Shigeru Makita
埼玉医科大学国際医療センター心臓リハビリテーション科

²⁾ Yusuke Hanafusa
埼玉医科大学国際医療センターリハビリテーション科

263-00913

図 1-1 心肺運動負荷試験



自転車エルゴメータの横にあるのが制御駆動装置

図 1-2 血液ポンプ



東洋紡国循環型 LVAS

洋紡社製国循環型 VAS が当院も含め、多くの施設で使用されている (表 1)。

もともと VAS は、急性重症心不全に対し自己心の回復を図るため 1 カ月程度の循環補助を目指して開発が進められた。しかし今日では、自己心の回復しない長期装着例が増加しており長期管理が問題となっている。東洋紡社製国循環型 VAS の血液ポンプ (図 1) は、空気圧駆動ダイアフラム型で、1 回拍出量 70 ml であり、最大拍出量 7 l/min の補助能力がある。制御駆動装置 (図 1) は、固有レートあるいは心電図同期駆動が可能で、内蔵バッテリーおよび空気圧ポンプにより病院内の移動が可能である。制御駆動装置は大きく重いいため、近年移動に便利な Mobert とよばれる装置が開発されている。装着法は左室心尖部脱血方式が用いられている。送・脱血管は上腹部で体外へ出し、上腹部に設置された血液ポンプに接続される。VAS を適応した場合、長期補助が必要な症例が多く、心臓移植待機となる可能性があるため、事前に本人および家族へのインフォームド・コンセントが重要となる。

装着後全身状態が改善してからは、ACE 阻害剤や β ブロッカーを含む内科的心不全治療を再開する。心エコー法や BNP 測定などにより自己心機能の評価を行い、補助量減少や運動量が增大しても自己心機能が良好である場合 VAS からの離脱を考慮する。しかし、離脱できる可能性は 10% 程度で低い。

VAS 使用時に注意すべき合併症として、出血・血栓塞栓症とともに感染症があり、体外設置型での送・脱血管や体内植込み型でのチューブでの皮膚貫通部や植え込まれた血液ポンプの感染に注意する必要がある。

リハビリテーション

術後翌日より全身状態のチェックを行い、必要であれば関節拘縮予防・改善目的にベッド上で理学療法と離床訓練が開始される。意識回復後コンタクト可能となった後に筋力トレーニングを追加する。人工呼吸器離脱後には呼吸理学療法を適宜施行しながら呼吸状態の管理を行いつつ、各患者の身体状態に応じて離床を進めていく。当科では心臓血管外科病棟常駐の理学療法士 (PT) がリハ科医師の指示のもとに早期からの介入を行っている (表 2)。

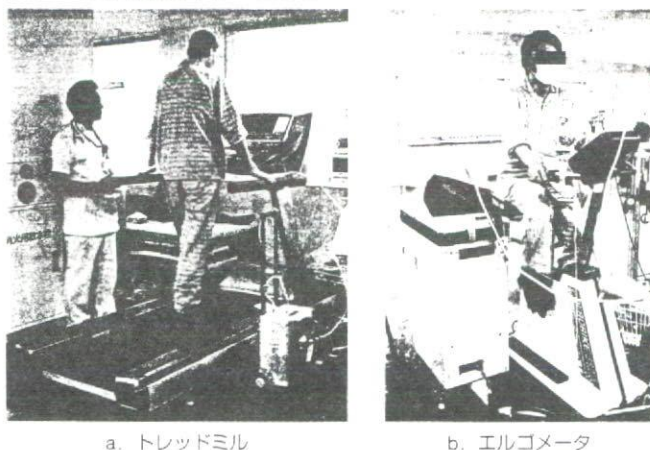
VAS 装着患者の多くは、術前に重度心不全による長期臥床を強いられ、筋力低下などの廃用症候群を呈している場合が多い。そのため、離床に伴う姿勢変化により静脈還流の低下が生じ、VAS 血液ポンプの脱血不良による血圧低下やめまいを引き起こすことがあるため、そのような症例の場合ベッドアップから端座位までは段階的に時間をかけ行っていく必要がある。

端座位が 20 分程度可能となってから起立・足

表2 LVAS 装着後の理学療法

筋トレ	徒手	自主トレ (スクワット、踵あげ、椅子からの立ち上がり、もも上げ)
受動座位練習	80°にて5分	
端座位練習	5分間～ (自立)	
立位・足踏み練習	足踏み 20回×2セット	
歩行練習 (廊下)		連続歩行 (介助→自立、～1km) 1km +筋トレ
自転車エルゴメータ練習		30分 (負荷量: ATレベル～)

図2 埼玉医科大学国際医療センターのリハビリテーションセンターでの有酸素トレーニング



a. トレッドミル

b. エルゴメータ

踏み練習を開始する。足踏み動作が単独で困難な場合は、歩行器などの歩行補助具を使用して行い、足踏みが20回2セット連続して可能となったら歩行練習を開始していく。急性期には運動誘発性の心室性期外収縮などの不整脈により、自己心の収縮とVASポンプ脱血の関係が乱れ、ポンプ充満が悪化し血圧低下をきたすことでめまいを訴える場合がある。そのため、心電図をモニタリングしながら負荷量を上げていく必要がある。

離床から歩行練習にかけて上述のように、血液ポンプの血液充満状態が姿勢により変化するため、当院では臨床工学技士が立ち会って、VAS駆動条件の設定を適宜変更しながらリハを実施している。このポンプ充満の姿勢による変化は術後数カ月経ったのちも認められる。

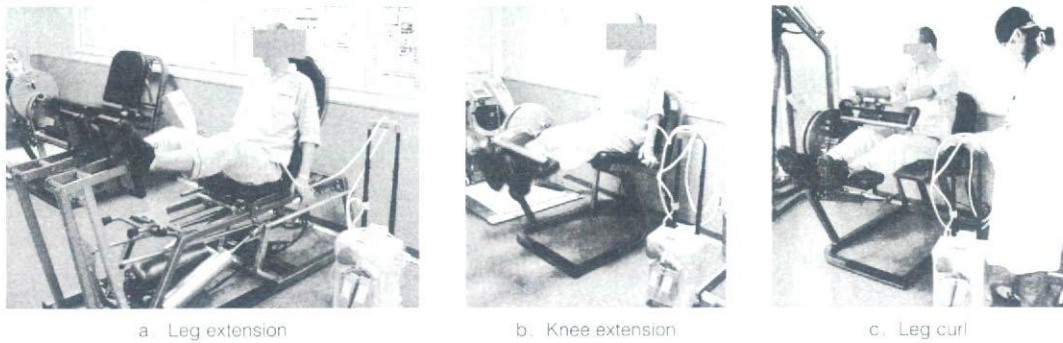
500 m 連続歩行可能となった時点で心肺運動負荷試験 (CPX) を実施する (図1)。その後AT (anaerobic threshold: 嫌気性代謝閾値) レベル

の負荷強度を基準として自転車エルゴメータまたはトレッドミルによる運動トレーニング (図2) を病棟での歩行トレーニングと隔日で行っていき、その後は1カ月おきにCPXを行い、負荷強度の修正を行いながら心臓リハを継続していく。また、当院では維持期のVAS患者にも積極的にレジスタンストレーニングを行っている (図3)。

VAS装着患者は、血液ポンプ内に血栓形成をきたすリスクがあるため、ワルファリンを服用している。PT-INR値は通常3～4程度に保ち、さらに抗血小板療法を行われることから、易出血性に注意して、転倒などの予防のために病室内の環境整備を行う必要がある。

また、抗血栓療法を行われているにもかかわらず、血液ポンプ内に血栓を形成することは多く、それによる脳梗塞や易出血性に伴う脳出血を引き起こす場合がある。そのような場合にはVAS患者の理学療法プログラムから通常の脳卒中急性期

図3 LVAS 装着患者のレジスタンストレーニング



a. Leg extension

b. Knee extension

c. Leg curl

の理学療法プログラムに変更し対応していくこととなる。

有酸素トレーニングに関する報告

LVAS 装着後血行動態が安定化すれば早期の離床訓練を含めた心臓リハが必要であることはもちろんであるが、持久能力回復には病棟内歩行訓練だけでなく、自転車こぎやトレッドミル歩行などの定量的な有酸素運動が用いられているのが通常となっている^{2,3)}。

欧米において LVAS 患者の長期にわたるリハをまとめた論文は数少ない。Morrone らは、34 名の LVAS 患者のリハを後方視的に分析している⁴⁾。その結果、離床開始が術後平均 12 日目で、移動自立が平均 24 日日であった。トレッドミルでの歩行トレーニングは平均 27 日日で開始し、Borg スケールの 11～13 を目標に実施した。術後 6～8 週で耐容能が最大となり、傾斜 2% で速さ 2.1 マイル/時間の歩行を 20～30 分間行えるようになり、この強度は 3.17 METs (最高 5.1 METs) に相当した。

筆者らは、LVAS 患者の AT レベルでの有酸素トレーニングの効果を 3 カ月間追跡した。対象は 10 名の LVAS 患者 (男性 8 名、女性 2 名; 平均年齢 38.1 ± 10.2 歳) であり、基礎疾患は拡張型心筋症 9 名、劇症型心筋炎 1 名であった。LVAS 装着前の心エコー上の左室駆出率は $20.8 \pm 6.5\%$ 、左室拡張末期径 64.2 ± 8.1 mm で左室収

縮末期径 57.8 ± 9.9 mm であった。離床訓練によって病棟廊下の歩行が 500 m 可能となった時点で CPX を実施した。毎分 10 ワット上昇するランブ負荷を症候限界性に行い、AT を決定した。そして AT レベルでの自転車こぎを隔日で 30 分を行い、残りの日は廊下歩行を実施した。このトレーニングプログラムを 3 カ月間行い、開始時 (A)、1 カ月後 (B) と 3 カ月後 (C) の耐容能の推移を比較した。その結果、 $\text{peak}\dot{V}O_2$ は 12.4 ± 2.7 (A)、 14.8 ± 2.7 (B)、 15.3 ± 3.0 (C) mL/kg/min ($p = 0.064$) と増加傾向を示し、一方 peakwatt は 52.4 ± 9.8 (A)、 69.1 ± 16.8 (B)、 74.0 ± 16.3 watt ($p = 0.007$) と有意に増加した。負荷中の血中乳酸濃度も測定して、40 watt における乳酸濃度 (安静時の乳酸濃度との差) は、 0.9 ± 0.7 (A)、 0.4 ± 0.4 (B)、 0.4 ± 0.4 (C) mmol/L ($p = 0.0086$) と有意に低下した⁵⁾。AT レベルの有酸素トレーニングが安全に実施でき耐容能は向上したが、AB 間の増加率が BC 間の増加率より高く ($\text{peak}\dot{V}O_2$: 21.3% (AB) vs 2.8% (BC), peakwatt : 32.8% (AB) vs 7.8% (BC))、トレーニング開始の最初の 1 カ月の耐容能の伸びが大きいことが判明した。

おわりに

臓器移植法制定以来、1999 年 2 月 28 日にわが国初の心臓移植が実施されたが、移植数は諸外国と比較するとその差は歴然である。すなわち、移

植待機患者は今後ますます増加することが予想され、LVAS 装着例も確実に増えてくるであろう。REMATCH 研究においても、移植適応外の末期心不全患者に対して、LVAS を装着した群と内科的治療を継続した群を比較した二重盲検試験の結果、LVAS 装着患者の生存率がよかったことが認められており⁶⁾、末期心不全患者の destination therapy として LVAS 治療が確立されたといつてよい。最近では体内植え込み型軸流ポンプを使用して、運動耐容能と QOL の向上が認められたと

の報告がある⁷⁾。しかし、長期装着患者の社会復帰を含めた心臓リハや装置自体の改良など、わが国はこの分野で欧米に比べかなり遅れている。患者は年余に渡り LVAS 装着の状態入院生活を強いられ、身体的、精神的、経済的負担ははかりしれない。遠心ポンプを使用した体内植え込み型 LVAS の治験が始まったばかりである。今後心臓リハを含めた在宅復帰に向けた取り組みが重要となる。

文献

- 1) 許 俊鋭：補助循環マスターポイント 100、メジカルビュー社、2005. pp 95-97.
- 2) 中谷武嗣：補助人工心臓装着患者のリハビリテーション。人工臓器 25：889-896, 1996.
- 3) 牧田 茂・他：LVAS を装着した重症心不全患者のリハビリテーション—CABG 後患者との運動耐容能の比較—。心臓リハ 8：26-28, 2003.
- 4) Marrone TM et al：Early progressive mobilization of patients with left ventricular assist device is safe and optimizes recovery before heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 15：423-429, 1996.
- 5) Shigeru Makita et al：Trainability of patients with severe heart failure after LVAS implantation. *J Cardiac Failure* 12 (8) Suppl 2：S 183, 2006.
- 6) Rose RA et al：Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N Engl J Med* 345：1435-1443, 2001.
- 7) Miller LW et al：Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *New Engl J Med* 357：885-896, 2007.

B. 運動療法は QOL と予後を改善するか？

慢性心不全とは心機能障害のために身体活動能力が低下し、体液貯留および神経体液性因子の亢進を特徴とする症候群であり、心臓突然死とともにすべての心疾患の終末像である。慢性心不全の臨床症状の進行は、心機能障害の進行を契機として生じる神経体液性調節の変化、炎症性サイトカインの増加、左室リモデリング、骨格筋量と質の低下、呼吸調節反射の亢進など、ストレス刺激への適応反応が全身的に発現し、病態の進行につれて、労作時の息切れや易疲労性から QOL の低下をもたらす。そして慢性心不全の予後は、左室駆出率が代表とするような心ポンプ機能よりも、交感神経活性を表す血漿ノルエピネフリン濃度や運動耐容能の指標である最高酸素摂取量の方がより強い予測因子であることもよく知られている。近年、運動心臓病の進歩に伴い、慢性心不全患者に対し日常活動を制限することは必ずしも妥当ではないとする考え方が主流となってきた。さらに適切な運動療法は患者の QOL ならびに生命予後を改善する事実が認められるようになった。本項では、慢性心不全に対する運動療法に関しての、長期予後と QOL に関する効果について概説する。

下記に示すように、慢性心不全に対する運動療法の効果は、大規模臨床試験による明確なエビデンスは乏しいものの、心不全患者の生存率や再入院率などの心事故発生を有意に改善する可能性が高いことが、小規模な無作為割り付け試験やメタアナリシスによって示されている。また、労作時息切れや易疲労感を改善し、運動耐容能の向上から日常生活レベルを増加させ、さらに不安や抑うつを軽減することから QOL を改善させることは明らかである。2005 年の慢性心不全の診断と治療に関する ACC/AHA のガイドライン¹⁾では、運動療法は利尿薬などと並んで class I に分類されており、適切な適応基準と管理方法を厳守した上で、慢性心不全治療の重要な選択肢の 1 つとして位置づけられるべきである。

3. エビデンス

(a) 自覚症状に対する効果

運動療法が慢性心不全における労作時息切れや易疲労感をよく改善させる²⁾ことはよく知られているが、それらの症状には、心機能や運動時の換気動態、末梢循環、運動筋の状態さらに心理状態などが複雑に影響しており、必ずしもそれらを分離して評価することは簡単ではない。

(b) 運動耐容能に対する効果

心筋梗塞後や心臓術後の症例と同様に、慢性心不全においても運動療法が運動耐容能を改善させることが報告されている。特に心肺運動負荷試験で得られる最高酸素摂取量 (peak $\dot{V}O_2$) や嫌気性代謝閾値 anaerobic threshold (AT) が改善したという報告が多い^{5,6)}。Peak $\dot{V}O_2$ は運動耐容能の最も信頼できる指標として用いられているが、AT は日常生活レベルの息切れなどの症状を感じない上限として意味づけられており、より QOL と密接な関連がある。また、運動療法などの介入の効果判定にも有用である。また、peak $\dot{V}O_2$ は慢性心不全の独立した予後規定因子とされており⁷⁾、peak $\dot{V}O_2$ を改善させることで慢性心不全の予後を改善させる可能性が示されている。

(c) 心機能に対する効果

慢性心不全に対する運動療法の中核効果として、運動時の肺動脈楔入圧を上げることなしに、運動時の心拍出量を増やすことが報告されている⁸⁾。しかしながら、この効果は心臓そのものに対する効果というよりも、運動療法の効果としての血管拡張能改善による後負荷の低下や心拍血圧反応の改善、筋ポンプ機能の向上などによる二次的な効果と考えられている。また、虚血心における心筋虚血閾値の改善から心機能が改善したという報告⁹⁾ や左室拡張能が改善したという報告¹⁰⁾ はあるが、心機能そのものが改善するという報告は少ない。

(d) 呼吸機能に対する効果

慢性心不全の息切れや疲労感の主因は、左房圧の上昇や肺うっ血による低酸素血症、低心拍出状態ではないという意見が強い。また、慢性心不全患者では、健常者よりも分時換気量が大きく、浅くて速い換気様式を示すことが特徴である。呼吸パターンの変化は、長期の肺うっ血による肺血管床や間質の構造変化から肺のコンプライアンス低下を招くこと、低心拍出状態から換気血流不均衡をきたし生理学的死腔の増加が起こること¹⁰⁾、さらに、二酸化炭素化学反射の亢進に起因するとされる。この二酸化炭素化学反射の亢進は、慢性心不全では、中枢および末梢とも二酸化炭素化学受容体の感度が低下しているとされ、労作時のわずかな二酸化炭素の刺激によって過剰の換気応答をもたす¹¹⁾。

(e) 末梢循環に対する効果

心不全における末梢循環異常として、交感神経系とレニン-アンジオテンシン系を中心とした神経体液性因子の活性化により、末梢の抵抗血管が収縮し、皮膚や筋肉への末梢循環が低下する。さらに末梢血管の血管内皮機能が低下し、拡張機能障害に陥るとされるが、運動療法は内皮機能の改善から血管拡張反応を改善する効果があることが報告されている¹²⁾。また、この血管内皮機能の低下の原因として、内皮細胞における一酸化窒素合成能が低下し¹³⁾、運動療法は一酸化窒素合成酵素の mRNA 量と蛋白発現を増加させることが報告されている¹⁴⁾。近年、心不全における血管内皮機能障害の改善が心不全の病態および運動耐容能の改善につながることを期待され、慢性心不全症例に HMG-CoA 還元酵素阻害薬を投与することによって上腕動脈の血管内皮機能および NYHA 分類、血漿 BNP 濃度を低下させたことが報告されている¹⁵⁾。

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)²⁹⁾

【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>

1. 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。
2. うっ血の症状がない (起座呼吸、浮腫、腹水、頸静脈圧 > 8 cmH₂O)。
3. 収縮期血圧 ≥ 80 mmHg で、起立性低血圧なし、脈圧/収縮期血圧 > 20%。
4. 50 bpm < 心拍数 ≤ 100 bpm で安定している。
5. 狭心症状なし。
6. 不整脈なし、もしくは頻度が少ない (ICD 作動 ≤ 1 回/月)。
7. 息切れすることなく更衣が可能。
8. 100～200 m 快適に歩ける。

<検査所見>

1. Cr < 2.5 mg/dl, BUN < 50 mg/dl
2. 血清 Na > 137 mEq/l
3. peak $\dot{V}O_2$ ≥ 10～12 ml/kg/min

【相対禁忌】

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プタミン治療中
3. 運動時収縮期血圧低下
4. NYHA 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

【絶対禁忌】

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

4 根拠となった臨床研究の問題点と限界

運動療法や心臓リハビリテーションの生命予後や効果についての報告では、大規模臨床試験が乏しいことや各施設ごとの介入の方法や質がみえにくいこと。また、対象となる患者の重症度や患者背景が異なることが以前から指摘されている。特に本邦における報告が少なく、欧米に比し慢性心不全における虚血性心疾患の比率や一般的な予後が異なることから、わが国においても欧米での報告と同じ結果になるとは限らない。また、QOL の評価についても同じような問題点が指摘されており、その調査法として MLHFQ³⁰⁾ が汎用されているが、わが国にも

表 2 運動療法を中止または変更をする基準 (ESC Working group)²⁹⁾

1. 著明な息切れまたは倦怠感 (Borg scale 14 以上)
2. 運動中呼吸数 40/分以上
3. III音または肺ラ音の出現
4. 肺ラ音の増強
5. II音肺動脈成分の増強
6. 脈圧の減少 (収縮期, 拡張期の差が 10 mmHg 未満)
7. 運動中の血圧の低下 (10 mmHg 以上)
8. 運動中による上室性または心室性期外収縮増加
10. 発汗, 蒼白または意識混濁

いては普及していないため欧米との比較ができないのも不便である。健康関連 QOL として SF-36²⁸⁾ による評価が行われることが多いが、臨床の場で QOL 評価の結果をどのように活用すべきかについても十分考慮する必要がある。

5 低心機能患者に適応する際の注意点

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 2001 年に発表されたヨーロッパ心臓病学会の慢性心不全に対する運動療法の適応と禁忌、表 2 には運動療法を中止、または変更をする基準について示した²⁹⁾。そして可能な限り、心肺運動負荷試験による科学的根拠に基づいた運動処方を行うべきである。運動療法における基本的な運動強度は、残存心機能に負担をか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、AT レベル相当または以下の運動強度である³⁰⁾。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³¹⁾ ことから、低心機能症例では AT レベル以下の運動強度から開始し、経過をみながら負荷強度を漸増することが望ましい。

6 コメント

2006 年度の診療報酬改定により、心大血管疾患リハビリテーション料が新設され、慢性心不全のうち基準 (左室駆出率 40% 以下、最高酸素摂取量が基準値の 80% 以下または BNP が 80 pg/ml 以上) を満たす患者には、健康保険での算定が可能となった。これにより大きなビジネスチャンスと考え、多くの施設が新たに心大血管疾患リハビリテーションの導入を考えているようである。しかしながら、以前には禁忌とまでされていた低心機能症例に運動を行うことは、厳密に適応を守らないと非常に大きなリスクを伴う可能性がある。慢性心不全に対する運動療法は、慢性心不全治療における選択肢の 1 つであるが、その前に適切な薬物治療が行われ、十分病態が安定したことを確認し、運動療法の現場での安全管理体制をしっかりと行うことが重要である。

■文献■

- 1) Hunt SA. ACC/AHA Guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult. *J Am Coll Cardiol*. 2005; 46: 1-82.
- 2) Sullivan MJ, Higginbotham MB, Cobb FR. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. *Circulation*. 1992; 78: 506-15.
- 3) Coats AJ, Adamopoulos S, Meyer TE, et al. Effects of physical training in chronic heart failure. *Lancet*. 1990; 335: 63-6.
- 4) Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, et al. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation*. 1999; 99: 1173-82.
- 5) Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, et al. Exercise training improves left ventricular diastolic filling in patients with dilated cardiomyopathy. Clinical and prognostic implications. *Circulation*. 1995; 91: 2775-84.
- 6) Itoh H, Kato K. Exercise training after cardiac surgery. In: Wasserman K, editor. *Exercise gas exchange in heart disease*. New York: Futura Pub Co; 1996. p.229-44.
- 7) 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*. 1991; 83: 778-86.
- 8) Dubach P, Myers J, Dziekan G, et al. Effect of high intensity exercise training on central hemodynamic responses to exercise in men with reduced left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 29: 1591-8.
- 9) Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, et al. Effects of exercise training on left ventricular filling at rest and during exercise in patients with ischemic cardiomyopathy and severe left ventricular systolic dysfunction. *Am Heart J*. 1996; 32: 61-70.
- 10) Wada O, Asanoi H, Miyagi K, et al. Importance of abnormal lung perfusion in excessive exercise ventilation in chronic heart failure. *Am Heart J*. 1993; 125: 790-8.
- 11) Yamada K, Asanoi H, Ueno H, et al. Inoue H. Role of central sympathoexcitation in enhanced hypercapnic chemosensitivity in patients with heart failure. *Am Heart J*. 2004; 148: 6, 964-70.
- 12) Akashi Y, Omiya K, Itoh H, et al. Short-term physical training improves vasodilatory capacity in cardiac patients. *Jpn Heart J*. 2002; 43: 13-24.
- 13) Adachi H, Oshima S, Sakurai S, et al. Nitric oxide exhalation correlates with ventilatory response to exercise in patients with heart disease. *Eur J Heart Fail*. 2003; 5: 639-43.
- 14) Griffin KL, Woodman CR, Price EM, et al. Endothelium-mediated relaxation of porcine collateral dependent arterioles is improved by exercise training. *Circulation*. 2001; 104: 1393-8.
- 15) Node K, Fujita M, Kitakaze M, et al. Short-term statin therapy improves cardiac function and symptoms in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Circulation*. 2003; 108: 839-43.
- 16) Colucci WS, Ribeiro JP, Rocco MB, et al. Impaired chronotropic response to exercise in patients with congestive heart failure. Role of postsynaptic beta-adrenergic desensitization. *Circulation*. 1989; 80: 314-23.
- 17) Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, et al. Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation*. 1992; 85: 2119-31.
- 18) Keteyian SJ, Brawner CA, Schairer JR, et al. Effects of exercise training on