

心臓神経症

cardiac neurosis

廣井透雄 東京大学医学部附属病院講師・検査部

病態と診断

A 概念

心臓神経症は神経循環無力症 (neurocirculatory asthenia) ともいわれ、心臓に器質的疾患がないにもかかわらず、胸痛、動悸、息切れ、発汗、めまい、冷汗、不眠、頭痛、全身倦怠感などを主訴とする症候群である。背景として心臓病に対する不安や心配があることが多く、適切な検査で重篤な心臓病を鑑別することにより、不安が取り除かれ、症状が軽減、消失することも多い。発作時の状況の問診が最も重要であり、一般的な採血検査、甲状腺機能、胸部 X 線、心電図、心エコーなどは必須である。症例に応じて、負荷心電図、ホルター心電図、冠動脈 CT、負荷心臓 MRI を考慮する。

B 鑑別診断

ホルター心電図は狭心症、不整脈の鑑別に有用であるが、発作がつかまらないことも多い。発作時に家庭血圧計での血圧と脈拍数、市販の携帯心電計での心電図を患者や家族が記録することは多くの疾患を除外でき、大変役に立つ。

心臓神経症の胸痛は労作、寒冷刺激などの誘因が不明瞭で、痛みが限局して、随伴症状を伴うことは少ない。またニトログリセリンの効果も乏しい。鑑別としては、狭心症、特に冠攣縮性狭心症、心筋炎、大動脈解離、肺血栓塞栓症、僧帽弁逸脱症、逆流性食道炎などの上部消化管疾患、気胸などの呼吸器疾患、筋神経疾患がある。冠動脈 CT、冠動脈造影検査で有意狭窄がなくても、冠攣縮性狭心症は否定できないので、ニトログリセリンを処方して発作時の効果を確認、疑われる場合はアセチルコリン負荷冠動脈造影を考慮する。

動悸では、発作性心房細動、期外収縮などの不整脈、貧血、甲状腺機能亢進症、褐色細胞腫、薬剤性、嗜好品（アルコール、喫煙、コーヒーなど）がある。

治療方針

A 一般的治疗

器質的心疾患をしっかりと除外したうえで、発作の誘因があれば、それを除くことが基本となる。また、ストレス、不安、抑うつ症状が強い場合は、心療内科、精神科への紹介が必要となる。

B 薬物治療

胸痛では、ニトログリセリン（ニトロペン）の効

果をみる。動悸にはβ遮断薬（メインテート）、¹ルチアゼム（ヘルベッサ）による抑制が期待される。不安が強い場合は抗不安薬（デパス）が使用される。抑うつ症状が強い場合は、選択的セロトニン再取り込み阻害薬（SSRI）（パキシル、デプロメール）や選択的セロトニン・ノルアドレナリン再取り込み阻害薬（SNRI）（トレドミン）の処方も行われるが、心療内科、精神科へのコンサルトが望ましい。

1. 胸痛を主とし、冠攣縮性狭心症も疑われる場合

R 処方例

ニトロペン錠 (0.3 mg) 1 回 1 錠 胸痛時舌下頓用 (1 日 3 回まで) ㊦

2. 動悸などを主とし、徐脈以外の不整脈も疑われる場合

R 処方例 下記のいずれかを用いる。上記 1. の処方例との併用も有用である。

1) メインテート錠 (0.625 mg) 2 錠 分 3 朝・夕食後 ㊦

2) ヘルベッサ R カプセル (100 mg) 1 カプセル 分 1 朝食後 ㊦

3. 不安を主とする場合

R 処方例 上記 1, 2. の処方例との併用も有用である。

デパス錠 (0.5 mg) 3 錠 分 3 毎食後 ㊦

4. 抑うつを主とする場合

R 処方例 下記のいずれかを用いる。上記 1, 2, 3. の処方との併用も有用である。

1) パキシル錠 (10 mg) 1-2 錠 分 1 夕食後 ㊦

2) デプロメール錠 (25 mg) 2 錠 分 2 朝・夕食後 ㊦

3) トレドミン錠 (12.5 mg) 2 錠 分 2 朝・夕食後 ㊦

心不全、心臓手術後の心臓リハビリテーション

増田 卓 北里大学医療衛生学部教授・リハビリテーション科

A 心不全の心臓リハビリテーション

1. 心不全に対する心臓リハビリテーション (心リハ) の目的 心不全は、再発を繰り返すという特徴があり、その再発予防の手段として、薬物療法とともに包括的心リハが挙げられる。包括的心リハは、生活習慣の改善や服薬の指導、心理カウンセリング、社会復帰に対する支援などの多職種による介入と運動療法から構成される。

運動療法の効果として、慢性心不全における神経体液性因子を是正し、運動耐容能や換気応答を改善するため、QOLが向上して心血管イベントを予防する。包括的心リハを行うことで、心不全の生命予後は改善し、慢性心不全の急性増悪による再入院も減少することが明らかとなった。

2. 運動療法の対象患者と開始時期 運動療法が適応となるのは、NYHA class II-IIIで血行動態が安定している患者である。一方、心不全症状が増悪している患者や、心筋炎の活動期、不安定狭心症、重症大動脈弁狭窄症、急性炎症性疾患などを有する患者は禁忌となる。具体的には、日本循環器学会の「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)に準じて運動処方を行い、運動療法を開始する。

急性心不全の発症あるいは慢性心不全の急性増悪によって入院した患者は、浮腫や肺うっ血の所見が軽減した時点で心リハを開始する。運動療法として、直ちに室内歩行が開始できる患者か、またはベッド上でのレジスタンストレーニングが必要な患者かを判断する。すなわち、患者が低心拍出量症候群、身体的デコンディショニング、廃用症候群を示す場合、あるいは中枢神経疾患や骨関節疾患を有する場合は、ベッド上のレジスタンストレーニングから開始することが多い。

3. 運動処方と実施内容 運動処方は、有酸素運動を基本として、運動の種類、運動の強度と持続時間、運動の頻度や継続期間を、個々の患者の状態に合わせて決定する。運動療法では、運動時の自覚症状とバイタルサインおよび心電図をモニターする。心不全に対する運動療法の基本は、低強度で短時間の運動から開始し、徐々に負荷量を増やしていく。その過程で、自覚症状やうっ血所見の増悪、低血圧や徐脈が生じた場合には薬物療法の見直しを行う。心不全が改善し、運動療法が安定して実施できるようになったら、在宅における非監視下の運動療法に移行する。

重症心不全患者の廃用症候群を改善するために行うレジスタンストレーニングは、患者の自重を利用して行うことが多いため、下肢の挙上や坐位保持などの低強度の訓練から始めて、そして立位訓練へと進める。ベッドサイドでは爪先立ち運動や四肢のストレッチを行い、続いて室内歩行や廊下歩行を実施する。歩行による運動療法は、50-80 m/分の歩行速度で5-10分間歩行し、息切れなどの自覚症状が増強しない範囲で、歩行回数を2-3回/日、歩行時間を15分/回まで増やしていく。さらに、自転車エルゴメータを用いて10-20 Wの強度で5-10分間

の運動を行い、その後は徐々に運動の強度と持続時間を増やす。

効果的な運動強度は心拍数で設定するが、①心肺運動負荷試験によって算出される嫌気性代謝閾値(AT)レベルの心拍数、あるいは最高酸素摂取量の40-60%のレベルの心拍数、②心拍数予備能の30-50%の心拍数、あるいは最高心拍数の50-70%の心拍数、③自覚的運動強度としてBorg指数の11(楽である)-13(ややきつい)のレベルの心拍数、あるいは④安静時心拍数+30拍/分(β 遮断薬投与例は安静時心拍数+20拍/分)を目標心拍数とする。この目標心拍数を維持するように運動強度を調節するが、心肺運動負荷試験が実施できない患者では、③あるいは④による目標心拍数で運動強度を設定する。

運動の持続時間と頻度は、1日30-60分になるように2-3回に分けて運動を実施する。運動療法の実施頻度は、入院中の患者であれば毎日行い、退院後は週3-5回実施する。同時に、低強度のレジスタンストレーニングやストレッチ体操を併用する。

退院後は、非監視下の在宅運動療法や通院による運動療法を継続するが、自覚症状や下腿浮腫の出現、体重増加の有無を毎日確認し、さらに定期的にBNP測定、胸部X線検査、心エコー検査を行って、心不全の増悪がないことを確認する。また、心肺運動負荷試験を適時実施し、運動耐容能を評価して運動処方の見直しを行う。

4. 包括的心リハにおける多職種介入 心不全の再発予防には、患者や家族に対して心不全管理に関する教育・支援が重要である。入院中に疾患に関する患者教育を必ず行い、退院後は心リハ受診時に、患者の服薬状況、食事の塩分制限、症状や検脈などの自己管理、在宅運動療法の励行について、多職種によって確認し支援していく。

⑥ 心臓手術後の心臓リハビリテーション

1. 心臓手術後の心リハの目的 心臓手術後の心リハは、心臓手術の種類によってその目的や実施方法が異なる。一般的に、術後早期の心リハは、呼吸機能の早期回復と無気肺の予防、早期離床によるデコンディショニングの予防を目的として実施される。慢性期の心リハは、冠動脈バイパス術(CABG)後では冠動脈硬化の進行予防が主な目的であり、冠危険因子の管理を含む包括的心リハが実施される。心臓弁膜症や先天性心疾患の手術後では、心不全管理を主な目的として心リハが実施される。

2. 対象患者と運動療法の開始時期 心リハ対象者の多くは、CABGあるいは心臓弁膜症や先天性心

疾患の手術を受けた患者である。患者の意識が清明であれば、術直後より坐位姿勢をとり、続いて立位から歩行訓練へと運動療法を進め、筋力の回復をはかる。しかし、発熱や著しい貧血、胸水貯留、頻脈性不整脈を示す患者では、運動療法の開始や進行を遅らせる場合がある。

3. 運動処方と実施内容 CABG 後の心リハにおいては、特に完全血行再建がなされていない患者に対しては、運動時の心筋虚血や不整脈の出現に注意深い監視が必要となる。一方、心臓弁膜症や先天性心疾患の手術を受けた患者の多くは、術前の長い期間 NYHA class III 以上の心不全を示していたので、術後の心リハは心不全予防と廃用症候群に対するリハビリテーションが主体となる。

運動療法は、低強度の運動から開始し、徐々に運動強度を増加して、AT レベルあるいは Borg 指数の 12-13 の運動を維持していく。手術後 2-3 か月以内は、胸骨切開部の離開を避けるために体幹の回旋運動は避け、上肢の挙上も 90-120 度までにとどめておく。

急性心筋梗塞のリハビリテーション、運動療法

cardiac rehabilitation and exercise training after myocardial infarction

後藤葉一 国立循環器病研究センター・循環器病リハビリテーション部部長 (大阪)

① 心臓リハビリテーションとは

心臓リハビリテーション (心リハ) の 3 つの目標は、①身体的・精神的デコンディショニングの是正 (運動耐容能増加)、②冠危険因子是正と 2 次予防 (長期予後改善)、③良質な社会生活援助と QOL 向上 (快適な生活)、であり、これを達成するために、多職種チームが医学的評価に基づき、①運動療法、②患者教育、③カウンセリングを実施する。

虚血性心疾患に対する心リハは、総死亡率・心血管死亡率を 20-26% 低下させ、日米欧のガイドラインでクラス I として推奨されている。

診療報酬制度上、心リハは「心大血管疾患リハビリテーション」と呼称され、継続期間は開始日から 150 日間 (延長可能) で、施設基準として (I) と (II) がある。

② 急性期心臓リハビリテーション

急性期心リハとは、急性心筋梗塞 (AMI) 発症後約 1 週間までの入院中の心リハを指す。目標は、①食事・排泄・入浴などの自分の身の回りのことを

安全に実施できることと、②早期から 2 次予防に向けた教育を開始することである。過剰な安静臥床は身体デコンディショニングを生じ有害であるので、合併症のない例ではベッド上安静時間は 12-24 時間以内とする。安静度拡大の各段階で負荷前後の自覚症状・身体所見・心電図記録により安全を確認する (図)。

③ 回復期心臓リハビリテーション

回復期心リハは、発症 1 週間後 - 約 4 週間後までの回復期前期と 2-6 か月後までの回復期後期に分けられる。回復期心リハでは、①運動負荷試験による予後リスク評価、②運動処方に基づく積極的な運動療法、③生活習慣改善を含む 2 次予防教育、④復職・心理カウンセリングなどを体系的に実施する。

運動療法実施に先立って、トレッドミルまたはエルゴメータを用いた亜最大運動負荷試験 (運動終点は予測最大心拍数の 70-75% または Borg 指数 15 点) により運動中の安全性を確認する。最大負荷試験としない理由は、急性心筋梗塞発症 2 週間以内は心破裂の危険性が残るためである。心リハ開始約 1 週間後に呼気ガス分析併用心肺運動負荷試験 (最大負荷) を実施し、運動処方を決定する。

近年、AMI の入院期間が短縮しているため、入院中に回復期心リハプログラムへのエントリーを済ませ、退院後に外来通院心リハを継続する (図)。運動負荷試験結果とリスク評価 (残存虚血、心機能、冠危険因子など) に基づき、症例ごとの心リハ実施計画書を作成する。なお左室機能低下 (EF < 40%) 症例では、運動を禁止するのではなく、低強度の運動療法を推奨する。また運動療法だけでなく、講義や教育パンフレットを活用して患者教育を積極的に実施する。

④ 維持期心臓リハビリテーション

維持期とは、発症 6 か月以後の生涯を通じた期間を指す。維持期心リハの目的は、運動療法と生活習慣改善の継続により、虚血性心疾患の再発を予防し生涯にわたる快適な生活を維持することである。維持期では非監視下在宅運動療法が主となるので、運動負荷試験により安全性および運動処方を確認する。

⑤ 運動処方

運動処方として、運動の種類、強度、時間、頻度を指示する。運動の種類は、歩行、自転車エルゴメータ、エアロビクス体操など。運動強度は、心拍数予備能 (Karvonen の式) または最高酸素摂取量 (peak VO₂) の 40-60% の心拍数、または嫌気性代謝閾値 (AT) レベルの心拍数、または自覚的運動強度 (RPE) を用いて指示する。

5 心不全患者の運動療法

1 心不全患者へのリハビリテーション

腎臓障害のリハビリを考えるうえで、ぜひ知っておいてほしいのは心不全のリハビリのエビデンスである。「心腎連関」という言葉があるように、心不全と腎不全は共通の基盤で病態機序があり、互いに影響し合っている。腎不全患者の水分摂取量が多いと体内の水分量が増え、心不全になりやすく、透析患者の死因の第1位は心不全である。心不全では運動耐容量は低く、息切れを起こしやすいために、運動療法は禁忌とされていた。しかし、最近のリハビリの著しい進歩は、その状況を一変させ、リハビリは心不全患者の予後改善をする「有効な治療」としての地位を確立していることを強調しておきたい。

わが国では、2006年4月の診療報酬改定により、慢性心不全が「心大血管リハビリ」の対象疾患として承認された。対象となる慢性心不全の条件として、① LVEF $\leq$ 40%、② 血中BNP $\geq$ 80pg/ml、③ 最高酸素摂取量 $\leq$ 80%のいずれかを満たすこととされている。すなわち、心大血管疾患リハビリ料の診療報酬適応疾患としても心不全が、急性発症した心大血管疾患または心大血管疾患の手術後〔急性心筋梗塞、狭心症、開心術後、大血管疾患（大動脈解離、解離性大動脈瘤、大血管術後）〕、あるいは末梢動脈閉塞性疾患その他の慢性の心大血管の疾患とともに収載されている。

2 心不全における運動耐容能低下の機序

労作時呼吸困難や易疲労性は、心不全患者における運動耐容能低下によって生じる典型的な症状である。運動耐容能は最高酸素摂取量や運動時間で示されるが、それらは心機能以外に加えて、肺、血液、筋肉の機能・量で規定される。心不全患者では、運動耐容能と心機能（左室駆出率）との相関は低く¹⁾、種々の治療介入により心拍出量などの血行動態が直後から改善しても運動耐容能の改善は遅れること²⁾などの事実から、心不全患者の運動耐容能低下の主要な機序は左室収縮機能低下ではなく、骨格筋の筋肉量減少や代謝異常、血管拡張能低下などの末梢因子であると考えられるようになっている。

心不全患者では、過度の安静や長期臥床により、筋萎縮、骨粗鬆症、自律神経・内分泌障害などの種々のデコンディショニングが生じており、運動耐容能がさらに低下している。また、デコンディショニングによって、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。事実、心不全患者では日常運動量が少ないと生命予後の短縮をきたすことが知られている。

3 心不全に対する運動療法の効果とメカニズム

1990年代以降、安定期にある慢性心不全に対して運動療法を実施することにより、運動耐容能が増加するのみならず、多くの有益な効果が得られることが報告されている（1章表2-4、p16参照）³⁾。すなわち、総死亡率低下、無事故生存率改善、心不全入院減少、健康関連QOL改善、内皮

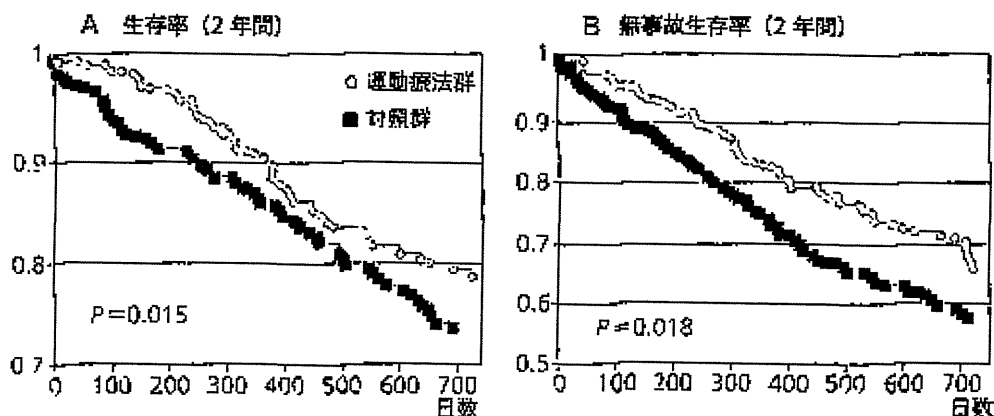
依存性血管拡張反応改善、内皮性一酸化窒素合成酵素（eNOS：endothelial nitric oxide synthase）発現増加、安静時左室駆出率改善、左室拡張早期機能改善など、その効果は長期予後、心臓への中枢効果、骨格筋・呼吸筋・血管内皮などへの末梢効果、自律神経機能・換気応答・炎症マーカーなど神経体液因子への効果など、まさに全身に及んでいる。

運動療法により、骨格筋の筋肉量・ミトコンドリア容積の増加、骨格筋代謝および機能の改善、呼吸筋機能の改善がみられ、これらが運動耐容能の改善と相関することが示されている。さらに、運動療法により心不全患者の骨格筋において抗酸化酵素（Cu/Zn-SOD、GSH-Px）の遺伝子発現が増加することや、ブドウ糖取り込みとインスリン感受性が改善することが明らかにされている。さらに、心不全に対する運動療法により内皮依存性血管拡張能の改善が認められ、この血管拡張反応の改善度と運動耐容能の改善度が相関することから、血管内皮機能の改善が運動耐容能改善機序の一つと考えられている。血管内皮機能の改善は、運動療法中の血流増加によるずり応力増加の結果、血管内皮のeNOSが活性化され、NO産生能が増加することによると考えられている。この内皮機能改善効果は全身的との見解が有力である⁴⁾。すなわち、現在では、心不全に対する運動療法による運動耐容能増加効果の多くは、骨格筋や末梢血管などの末梢機序を介するものであると考えられている。

〔4 心不全患者の長期予後に対する運動療法の有効性〕

最近、心不全の運動療法に関するメタアナリシスが2つ報告された^{5,6)}。Smartら⁵⁾のメタアナリシスではpeak $\dot{V}O_2$ は平均17%増加した。運動に直接関連した死亡はなく、報告された心血管イベント（死亡/入院/運動プログラム中断）は運動群56例と非運動群75例（ $P=0.05$ ）であり、死亡は26例と41例（ $P=0.06$ ）であった。この結果から、心不全の運動療法は安全かつ有効であり、心不全患者の心血管イベントを減少させる効果があると結論されている。一方、ExTraMaTCH研究⁶⁾では、心不全・左室機能低下に対する運動療法の報告9編に対してメタアナリシスを行った。801症例が運動療法群と対照群とに無作為に割り付けられ、予後解析では生存率（ $P=0.015$ ）、無事故生存率（死亡+入院、 $P=0.018$ ）ともに運動療法群が有意に良好であり、運動療法が心不全患者の予後を改善することが示された（図5-1）⁶⁾。

心不全の運動療法に関する2,000例規模のHF-ACTIONという多施設参加前向き無作為対象研究



〔図5-1〕 ExTraMaTCHメタ解析の結果

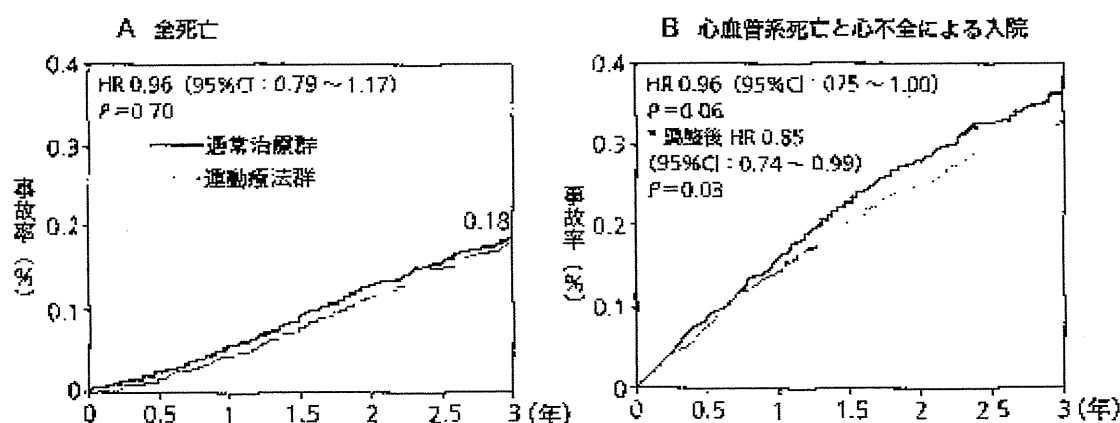
(Piepoli et al, 2004より)⁶⁾

が実施された⁷⁾。この研究は、2年間のフォローでプライマリーエンドポイントを全死亡と入院と設定し、平均 LVEF 25% の 2,331 名の重症慢性心不全患者が、薬物による通常治療に加えた 120 分の持続的運動トレーニング群か、通常治療群かに無作為に振り分けられた。運動トレーニングは安全に実施され、運動療法群はコントロール群に比べ、事故率（総死亡）が有意ではなく 4% 低い⁸⁾が有意差には至らなかった ($P=0.70$) もの、予後に影響を与える背景因子で調整後、心血管系死亡ならびに入院のリスク減少率は 15% となり、統計学的に有意であった ($P=0.03$) (図 5-2)⁷⁾。有意差が得られなかった理由として、運動トレーニング群の最初の 1 年間の平均的な運動時間は週約 50 分に減少しており、あらかじめ処方された時間の半分にも満たなかったことが考えられた。すなわち、本研究は運動療法が非監視下で行われたために、運動に対する処方強度・量へのアドヒアランスの低さによるものと考えられた。しかしながら、運動トレーニングを通常の薬物療法に加えて実施することにより、有害事象を伴うことなく運動耐容能や QOL ならびに予後の改善を得ることができたことは特筆に価する。しかも、15% の心血管系死亡または入院の減少は、CHARM 試験⁹⁾における 16% のリスク軽減とはほぼ同等の効果が得られたことから意義のある結果といえる。

〔5 心不全のリハビリテーションの実際〕

心不全に対するリハビリおよび運動療法の目的は、運動耐容能を向上させるだけでなく、QOL を改善し、再入院を防止し、長期予後を改善することをも含む (1 章表 2-4, p16 参照)³⁾。プログラム内容は、①運動療法、②学習指導、③カウンセリングを含む包括的なものでなければならない。心不全患者は原因疾患や重症度が一様ではないため、運動療法は、臨床所見や運動負荷試験に基づいて医師が決定した運動処方に従って個別に運動メニューを作成したうえ、慎重に実施する。原則として、心電図モニターを用いた監視下運動療法から開始されるべきであり、安全性が確認されたのち非監視下在宅運動療法に移行する。

運動療法の適応となるのは、安定期にあるコントロールされた心不全で、NYHA I～III 度の症例である。「安定期にある」とは、少なくとも過去 1 週間において心不全の自覚症状（呼吸困難、易疲労性など）および身体所見（浮腫、肺うっ血など）の増悪がないことを指す。「コントロールされた心不全」とは体液量が適正に管理されていること。具体的には、中等度以上の下肢浮腫がない



〔図 5-2〕 HF-ACTION 研究の結果

(O'Connor et al, 2009 より)⁷⁾

こと、および中等度以上の肺うっ血がないことなどを指す。心不全の運動療法の絶対的禁忌と相対的禁忌を4章I表2-12 (p244) に示した³⁾。高齢、左室駆出率低下、補助人工心臓装着中の心不全、ICD 植え込み後は必ずしも禁忌でない。

4章I表2-11 (p243) に現時点で推奨される心不全に対する運動処方を示した³⁾。心不全患者に推奨される運動の種類として、歩行、自転車エルゴメーター、低強度レジスタンストレーニングなどがある。心不全の運動療法においては、低強度かつ短時間の運動トレーニングの複数回繰り返してから開始し、自覚症状や身体所見を観察しながら徐々に（通常1週ごとに）時間と強度を増していくことが基本である。運動強度としてはATレベル、すなわち peak $\dot{V}O_2$ の40～60%あるいは自覚的運動強度（ボルグ指数）で6～20のスコアのうち、11（“楽である”）～13（“ややきつい”）のレベルとする。心拍数予備能（heart rate reserve）を用いる場合、非心不全例ではKarvonenの式において $k=0.5\sim0.6$ の中強度運動が適用されるが、心不全例の場合は軽症（NYHA I～II度）なら $k=0.4\sim0.5$ 、中等症～重症（NYHA III度）なら $k=0.3\sim0.4$ の低強度とすることが望ましい。

初期には極めて低強度の運動を、持続時間5～10分間、15～30分の休憩をはさんで3回繰り返す程度（10～20分/日）から開始し、約1カ月かけて徐々に目標運動強度まで増加させていく。運動量増量の順序は、まず短時間運動（5～10分）の繰り返し回数（2～3回）を増し、次に運動強度は据え置いたまま1回の運動持続時間を延長し、1回の運動時間が15分程度に達したのちに運動強度を増すのが原則である^{3,9)}。

以前は、心血管疾患患者には等尺性運動を主体としたレジスタンストレーニングは、心負荷を増加させるため禁忌と考えられた。しかし最近では、心不全患者や高齢者など筋力低下が著しい場合に、個別的なレジスタンストレーニング（低～中強度負荷）を全身の好氣的運動と組み合わせると、運動耐容能およびQOL改善に有効とされる。ゴムベルト（セラバンド）や軽いダンベル（1～2kg）を使用した四肢筋の個別的な屈伸運動の繰り返しをボルグ指数11～13の強度で15～20分間、週2～3回行う。ただし重症心不全例では過負荷にならぬよう注意が必要である。

運動強度決定に際しては、その時点での自覚症状と運動耐容能データのみに基づくのではなく、左室機能、血中BNPの推移、投薬内容などの心不全重症度や臨床背景を考慮に入れることが重要である。運動負荷量が過大であることを示唆する指標として、①自覚症状（倦怠感持続、前日の疲労感の残存、同一負荷量におけるボルグスコアの2以上の上昇）、②体重増加傾向（1週間で2kg以上増加）、③心拍数増加傾向（安静時または同一負荷量における心拍数の10拍/min以上の上昇）、④血中BNP上昇傾向（前回よりも100pg/ml以上の上昇）、があげられる。多くの場合、水分制限や利尿薬の一時的増量、運動量の一時的減量で対処可能である。（上月正博）

1) Miyashita T, et al : Relation between exercise capacity and left ventricular systolic versus diastolic function at rest and during exercise in patients after myocardial infarction. *Coronary Art Dis* 12: 217-225, 2001

2) Tanabe Y, et al : Determinants of delayed improvement in exercise capacity after percutaneous transvenous mitral commissurotomy. *Am Heart J* 139: 889-894, 2000

3) 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

4) Linke A, et al : Endothelial dysfunction in patients with chronic heart failure: systemic effects of lower limb exercise training. *J Am Coll Cardiol* 37: 392-397, 2001

- 5) Smart N, Marwick TH : Exercise training for patients with heart failure: a systematic review of factors that improve mortality and morbidity. *Am J Med* 116: 693-706, 2004
- 6) Piepoli MF, et al : Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 328: 189-192, 2004
- 7) O'Connor CM, et al : Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 301: 1439-1450, 2009
- 8) CHARM Investigators and Committees : Effect of candesartan on mortality and morbidity in patients with chronic heart failure. The CHARM-Overall Program. *Lancet* 362: 759-766, 2003
- 9) Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology : Working group report. Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients. *Eur Heart J* 22: 125-135, 2001

補 運動療法の腎保護作用 —腎不全動物モデルでの最新成果—

糖尿病、心筋梗塞、心不全、高血圧、呼吸器疾患、肥満、脂質異常症患者などに対する運動療法の有効性が確立している。運動は心血管障害を有する患者の身体的運動能力の向上や最大酸素摂取量の増加、生活の質（QOL）の改善をもたらすとされている。

透析患者に対する運動療法の有効性については明らかになってきた。一方、これに対し、透析に至らない腎機能障害患者への運動療法の有効性に関してはいまだ明らかでない。

しかし、以下に示すような腎不全動物モデルでの結果では、運動療法の有効性が検討されてきている。

1 長期間の運動による腎機能向上

1990年代半ばまでは、腎障害動物モデルにおいて、長期的運動が腎保護作用を有するかどうかに対しては、肯定的であるとする報告、不変であるとする報告、否定的であるとする報告が出ており、一定の結論には至らなかった。

長期的運動の腎保護作用に関しては、Heifetsら¹⁾がSprague-Dawleyラットの3/4腎摘による中等度の腎障害モデルを用い、2カ月間にわたる1日2時間の水泳負荷により、対照群に比較して糸球体濾過量は24%増加し、尿蛋白排泄量は約1/2に減少し、腎糸球体の硬化性変化も軽減したと報告している。また、Osatoら²⁾はアドリアマイシン投与Lewisラットの進行性腎障害モデルを用い、1日2時間、20週間にわたる水泳運動負荷を行ったところ、摂餌量調節+運動負荷群では、対照群に比べてGFRは約1.6倍高く、尿蛋白排泄量は63%に減少し、また、腎糸球体の硬化性変化も軽減されたと報告している。

一方、腎保護作用を否定した報告もあり、家兎の急性血清病腎炎モデル³⁾を用い、トレッドミルによる7.2m/min、45～60分の運動負荷を行ったところ、血清尿素窒素が増加し、尿蛋白排泄量も増加した。また、不変の報告としては、Bergamaschiら⁴⁾がMunich-Wistarラットの5/6腎摘出による慢性腎不全モデルを用い、1日30分、週5回、2カ月間のトレッドミル運動負荷（65～75%

イラストでわかる 患者さんのための 心臓リハビリ 入門

編集

上月正博

東北大学大学院医学系研究科内部障害学分野教授

伊藤 修

東北大学大学院医学系研究科内部障害学分野准教授



中外医学社



8. 心臓リハビリテーション

牧田 茂

【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】

はじめに

心臓血管手術後のリハビリテーション（心臓リハ）は、基礎疾患や術式が多様であり、また術後の患者の状態も変化するため、運動療法を行ううえで知識と経験を必要とする。術後心臓リハの目的は、①術前の状態を考慮し、できうる限り体力を改善させる、②自信とその後の人生への希望を回復させる、③患者を教育し危険因子を管理することにより再発を予防し心疾患の進展を抑える、④早期に完全なる仕事への復帰を促してきうる限り正常の生活に戻す、の4点にある。つまり、術後の早期離床によるデコンディショニング deconditioning（脱調節）予防と体力回復、社会復帰、二次（再発）予防、予後およびQOL（生活の質 quality of life）の向上があげられる。

1. 心臓リハの効果

1 運動耐容能

術後心臓リハのプログラムにおいて、当然のことながら循環器内科領域における心臓リハと同様に運動療法がメインとなるため、有酸素能力を主体とした運動耐容能が向上する。

2 自律神経系

虚血性心疾患患者の生命予後に影響を与える要因の一つに自律神経機能があげられる。心筋虚血を起点とする交感神経過剰興奮は心室頻拍や心室細動の発生を助長するが、副交感神経の反射的興

奮はそのような交感神経過剰興奮に拮抗して、心筋を電氣的に安定化させ致死的不整脈の発生を抑制する。運動療法には副交感神経活性を増強する効果があるため、虚血性心疾患患者に対する心臓リハは不整脈に関わる心臓突然死を防ぐという点で合目的である。

冠動脈バイパス術 coronary artery bypass grafting (CABG) 後には、虚血による自律神経障害に加え、術後のデコンディショニングと術操作の影響で著しく副交感神経活動が低下している。運動トレーニングにより CABG 後患者の自律神経活動が回復することが知られている。

3 インスリン抵抗性

近年、動脈硬化とインスリン抵抗性の関連が注目されている。従来より、高血圧、糖尿病、脂質異常症は相乗的に動脈硬化性疾患、特に冠動脈疾患の発症に深く関わることで疫学的検討により知られており、これら危険因子の集積に対する共通の病態背景としてメタボリック症候群が知られている。これは、肥満と運動不足に伴うインスリン抵抗性が代償性の高インスリン血症を招き、耐糖能異常、脂質代謝異常、高血圧などの代謝障害をひき起こし、動脈硬化が進展するという概念である。したがってインスリン抵抗性の治療ならびに予防のためには、食事療法と有酸素運動を主体とした運動療法が重要であることは論をまたない。

4 その他

積極的な術後運動トレーニングがグラフト開存

率を向上させる報告がある。また、心臓リハにおける精神的効果も無視できない。開心術後患者の約40%は精神的に不安定になるといわれている。精神的なストレスは動脈硬化を増悪させるが、集団での運動療法は患者同士のグループダイナミクス効果が期待でき患者のQOLは向上する。

2. 心臓リハの実際

1 心臓リハの対象となる心臓血管外科領域の疾患 (表1)

今後は大血管術後や末梢血管（閉塞性動脈硬化症）術後リハの需要が増すことが予想される。また特殊な例として補助人工心臓装着後や心臓移植後のリハがあげられる。周術期リハとして術前から呼吸訓練や術後リハのオリエンテーションを行っておけば、患者の手術への理解が深まり不安が解消され、術後の離床をスムーズに行うことができる。

2 心臓術後の特徴や合併症

a 開胸による痛み

開心術は胸骨正中切開によって心臓に到達する。胸骨を切開すると呼吸時や体動時に疼痛が生じ、そのために深呼吸が十分に行えない。浅く速い呼吸となり換気効率が減少する。これが息切れ感の原因となり、さらには労作に対する不安感が助長する。術後1週間くらいで疼痛は軽減するが、これには個人差があり創部痛を長期に訴える患者もいる。呼吸法を指導したり、運動療法を継続することにより徐々に労作に対する自信が獲得されてくる。

b 人工心肺

人工心肺を用いない（off-pump CABG：OPCAB）低侵襲手術が多施設で行われるようになってきた。しかし、弁膜症手術や先天性心疾患の手術は人工心肺抜きでは行えない。人工心肺を用いた手術での侵襲は大きく、凝固能や細胞性免疫能に影響を及ぼす。また術後貧血は多くの症例で経験する。

[表1] 心臓リハビリテーションの対象疾患

- ・冠動脈バイパス術
- ・左室形成術
- ・弁置換術または弁形成術
- ・先天性心疾患術後
- ・補助人工心臓と心移植
- ・大血管手術
- ・閉塞性動脈硬化症術後

c 静脈採取、下肢浮腫

CABGはグラフトとして内胸動脈を使用することが一般的となっているが、依然下肢の静脈グラフトの使用頻度は高い。静脈採取後の創部の痛みやリンパ漏などが時に出現する。また採取した下肢は浮腫が起こりやすく、その予防として下肢のマッサージや運動も積極的に行う必要がある。

d 感染（創部、縦隔、呼吸器）

創部（胸部や下肢）の状態を常に注意して、感染の予知を行う必要がある。特に糖尿病患者は感染を併発した際に治癒が遅延し難渋することがある。縦隔炎は心臓外科医にとっては最も恐れる感染症の一つである。

臥床期間が長引くと無気肺が生じることがある。呼吸理学療法と運動療法を早期に開始することが無気肺の予防として重要である。臥床患者には体位変換を定期的に行い褥瘡の予防にも努めたい。

e 不整脈、糖尿病、危険因子管理

術後不整脈の中で最も多いのが心房細動である。術後20～30%の頻度で生じるといわれている。また弁置換術後に左室肥大の程度が強いと心室性不整脈を誘発しやすいので注意を要する。抗不整脈薬の使用法に慣れておく必要があるが、頻脈性不整脈が長時間に及ぶと心不全を併発するので、電氣的除細動も考慮しなければならない。近年基礎疾患を持った患者で、特に高齢、糖尿病、腎障害といったリスクを抱えた患者の手術例が増えている。これらの患者に対しては術前術後の管理が重要である。

一方、心臓リハに際して、冠危険因子の評価が十分でないことが多いため、積極的に糖代謝や脂質代謝の検査を実施し、禁煙とともに危険因子の

是正をはかることが二次予防のためにも重要である。

f 胸水、心嚢水貯留

術後の胸水や心嚢水貯留は運動禁忌ではないが、中等量以上たまり、胸水では運動時の呼吸困難が増強したり、心嚢水のため拡張障害が生じる場合は穿刺排液が必要となる。

g 消化器疾患

腹部の大血管手術後はイレウスや虚血性腸炎に注意し、排便状態を良好に保ち悪心・腹痛などの消化器症状に注意を払う。ワルファリン使用時には出血性疾患にも注意したい。術後のストレスにより消化性潰瘍が生じることもある。

h 薬物（ワルファリン）

CABG 後や弁置換術後には通常ワルファリンが処方される。3～4 日ごとにプロトロンビン時間国際標準化比 prothrombin time international normalized ratio (PT-INR) を測定し投与量を調節する。

i 貧血

近年心臓手術に伴う輸血に関して可能な限り同種輸血を回避する方向にある。むしろ自己血輸血やエリスロポエチン、鉄剤投与などによりヘモグロビン (Hb) 値低下を予防するが多い。一般的に心拍出量の増加がなくても酸素需要のバランスが維持できる Hb 値は 7.5 g/dl といわれている。

人工弁置換術後において貧血の進行に伴う乳酸脱水素酵素 lactate dehydrogenase (LDH) の上昇やヘモグロビン尿が認められれば溶血を疑う。心エコー検査にて弁逆流の有無や量・程度を確認する。

3 外科病棟での心臓リハ (図 1、表 2)¹⁾

術後は理学療法士が中心となり早期の離床訓練を開始する。順調であれば第 1 病日から離床を開始する。ベッドでの ROM (関節可動域 range of motion) 訓練、呼吸理学療法から始め、ギャッジアップから端座位訓練・立位訓練まで行う。血圧低下・不整脈・めまいなどに注意し徐々に進め

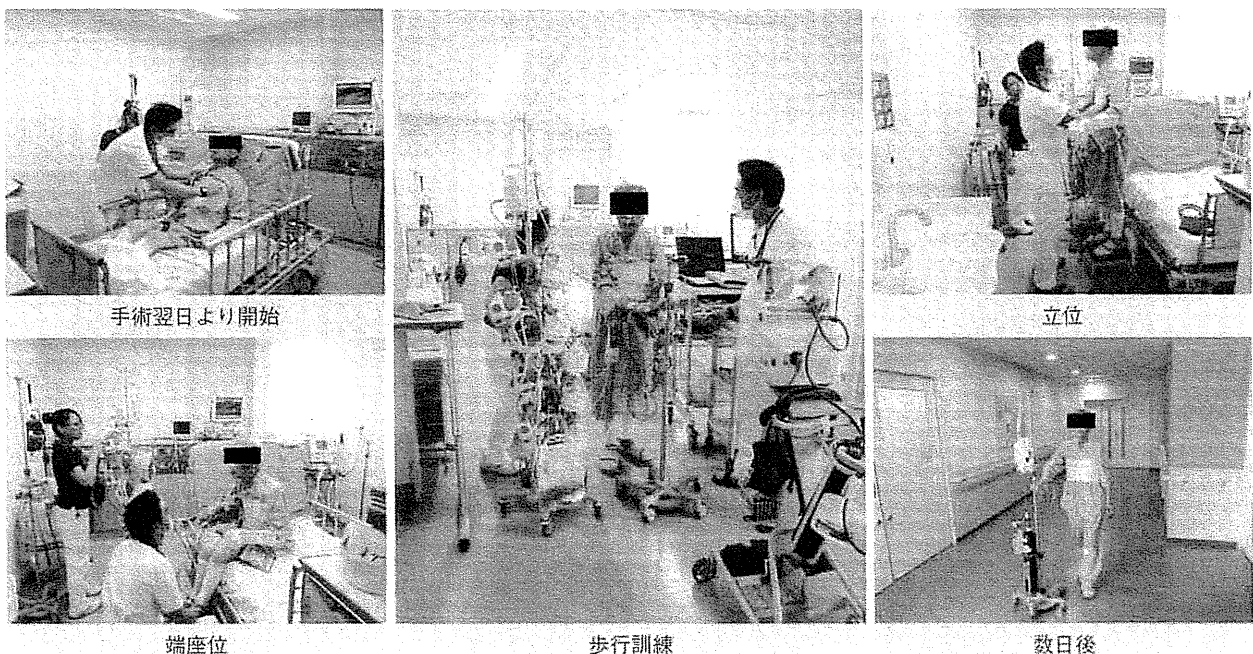
る。この時バストバンドを使用すると患者の体位変化における不安感や痛みが軽減する。第 2 病日で歩行訓練を行う。第 5 病日には 300m 歩行が可能となるが、この時点で主治医から許可が下りれば CPX (心肺運動負荷試験 cardiopulmonary exercise test) を第 7 病日に行う。胸部手術創が抜鉤されていないと CPX は可能である。

4 リハビリセンターでの有酸素トレーニングと患者指導 (図 2)

病棟内自立歩行が 300～500m 達成できれば、CPX などの運動負荷テストとそれに続く有酸素トレーニングを開始する。リハビリ室 (または訓練室) での積極的な運動療法と看護師などによる患者教育を取り入れていく。CPX ならびに有酸素トレーニングの開始基準を示す (表 3)。

5 運動処方

入院中の運動療法の監視型が原則であり、医師の監視下もしくは担当医師にただちに連絡の取れる体制を確保しておく。心臓リハ室には除細動器をはじめとした救急蘇生に関する医薬品が置かれており、スタッフは蘇生法に関して教育を受けておくことが望ましい。運動強度は運動負荷試験の結果より決定する。呼気ガス分析を用いた AT (嫌気性代謝閾値 anaerobic threshold) 処方が最も望ましいが、呼気ガス分析器がない場合は血中乳酸濃度を測定し LT (乳酸閾値 lactate threshold) を求めてもよい。古典的にはカルボネンの式を用いて係数を 0.45～0.55 とするか、または実測最高心拍数の 85% 程度の心拍数を目安とする。ただしこれは洞調律患者についての場合であり、術後日数を経るに従って運動負荷に対する心拍反応が変化していくことに注意する。主観的運動強度 (rate of perceived exertion : RPE、ボルグスケール) を基にして強度を決定する方法もあり、術後間もない患者は AT 強度においてさえも疲労感や痛みなどを訴えることが多く、自覚症状を判断基準にするのは臨床的に有用である。このような場合は、AT レベル以下の間歇的 (休憩を適



〔図 1〕理学療法士が病棟看護師と協同して進める

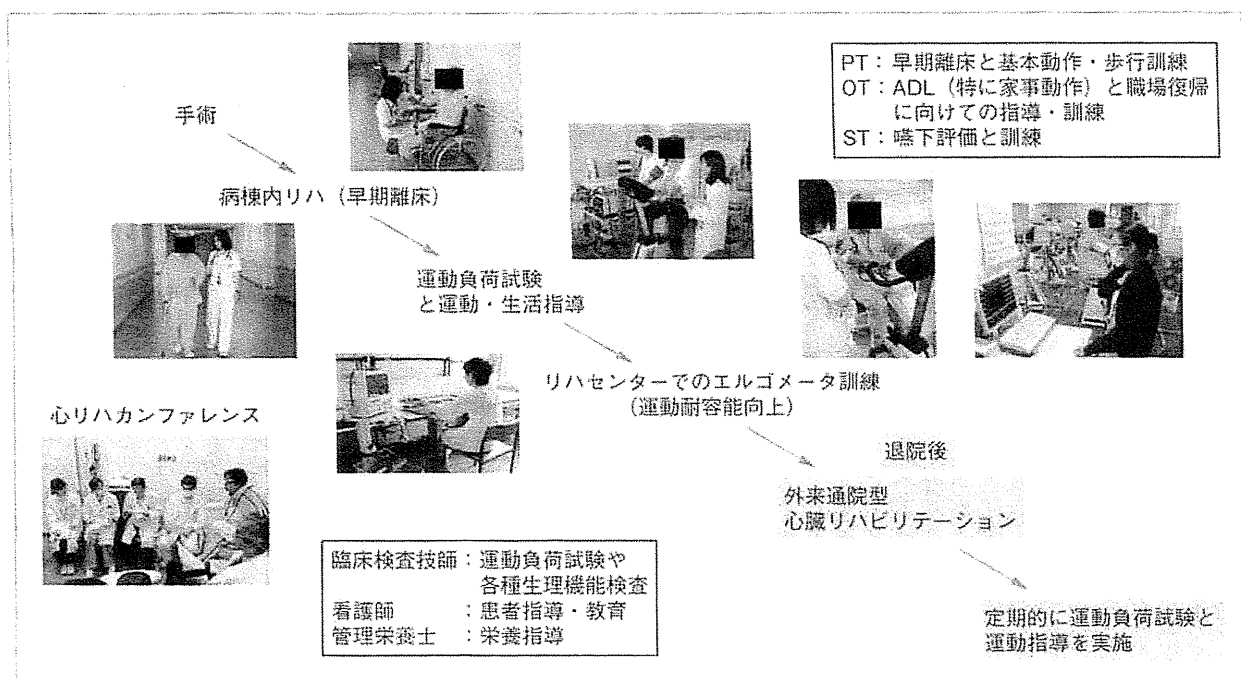
〔表 2〕心臓術後リハビリテーション進行表の例

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
	1 週間	2～3 週間			病棟内動作	運動療法	看護・ケア	食事	
I	1	1～2	ICU/CCU 一般病棟		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	2	3～4			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		
III	3	4～7		30m 歩行負荷	セルフケア 病棟内自由 室内便器使用	室内歩行 軽度レジスタン ストレーニング	検査は 車椅子		新聞 雑誌可
IV	3～4	6～8		100m 歩行負荷	トイレ歩行可	廊下歩行 軽度レジスタン ストレーニング	検査は 介助歩行		
V	4～5	7～14	運動療法室	心肺運動負荷 試験（開始時）	病棟内自由	運動・食事・服薬・生活指導 禁煙指導 通院や異常時の対応			デイルーム で談話
VI	5～6	9～16			シャワー可	復職指導・カウンセリング 監視型運動療法（AT レベル） レジスタンストレーニング			院内フリー
VII	6～7	14～21		心肺運動負荷 試験（退院時）	入浴可 外泊負荷	評価と退院指導			

（文献 1）より引用）

宜人れる）な運動が適当である。自転車エルゴメータが定量的で転倒の危険がないため良いが、トレッドミル歩行運動を行っている施設もある。また、

十分なリハスペースのとれない施設では、廊下での歩行運動でもよい。しかし、廊下歩行が自立していても意外に CPX で測定した運動耐容能は低く、



【図2】心臓リハビリテーション

定量的な有酸素トレーニングの必要性を痛感することが多い。

入院中の運動療法実施期間はおおよそ2週間以内をめどにしている。この間に栄養指導や生活指導などの患者教育を看護師や関連スタッフが実施する。退院後も運動療法を心がけるように指導し、可能な場合は定期的に通院し運動療法を継続してもらう。また3～6ヵ月ごとにCPXを行い体力のチェックと生活指導の再点検を行う。また維持期になり状態が安定した患者には、運動療法への積極的な参加と継続を目的として集団スポーツ運動療法をすすめている（図3）。

6 看護師、作業療法士、言語聴覚士の関与

心臓術後患者の多くは、高齢でかつさまざまな動脈硬化のリスクファクターを有している。心血管疾患の二次（再発）予防に対するリスクファクター是正の重要性が指摘されている現在、患者教育に対するニーズは増しており、その担い手として患者に接する時間が最も長く、患者が心を許して接する機会も多い看護師が期待されている。

また、開胸術後の女性患者は手術の影響などに

【表3】運動負荷試験ならびにリハビリ室での有酸素トレーニング開始基準

- 1) 発熱がなく、炎症反応が順調に改善傾向を示している。
- 2) 胸部や大腿部など、創部に炎症所見がなく癒合が順調に経過している。特に胸骨正中切開創に縦隔炎等の所見がないこと。
- 3) 体重は術前とほぼ同等ないしはそれ以下になっていることが望ましい。
- 4) Hb 9g/dl 以下では通常の運動療法に若干の変更を要する。9g/dl 以上でも貧血の改善傾向を確認する。
- 5) 胸水や心嚢液の貯留の程度について、運動負荷に支障がないことを確認する。
- 6) 術後不整脈（特に心房細動）については、運動負荷に際して循環動態に支障をきたさないことを確認する。
- 7) 手術執刀医から術中の問題や運動療法を行ううえでの注意点などの情報を得る。

より生活関連活動能力が低下し、退院後の家事動作などに自信を失っていることが多い。そこで作業療法士がかかわり、家事動作のシミュレーションを行っている。これにより患者の家事に対する自信回復につながっている。心臓リハでは生活関連活動に関する評価、援助が重要であり、それを分担する職種として作業療法士が最適と考えられる。

- ◎心臓術後のリハビリテーション（離床）は第1病日から開始を検討すべきである。
- ◎病棟内歩行が実施できたら、運動負荷試験を行い有酸素トレーニングに移行する。
- ◎栄養指導・生活指導などの患者教育が重要で、多職種が関与する包括的な心臓リハビリテーションを継続して実践していく。
- ◎植込み型補助人工心臓装着患者の退院後長期フォローのためには心臓リハビリテーションは必須である。

[図3] 集団スポーツ運動療法風景



さらに、高齢でかつ合併症を保有する患者の心臓手術例が増加していることから、嚥下障害を認めることがある。嚥下障害は経口摂取によりむせを生じる顕性誤嚥であれば判定が容易であるが、むせや咳の出ない不顕性誤嚥はベッドサイドでの判定が難しい。われわれは、言語聴覚士を心臓リハグループに入れて、術後患者の嚥下障害評価や経口摂取訓練を早期に実施している。

7 補助人工心臓装着後のリハビリテーション

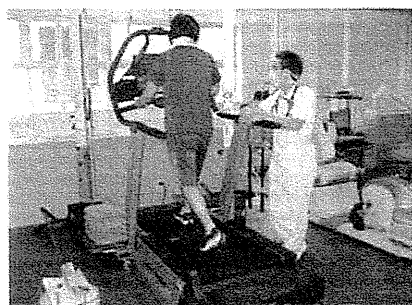
末期的重症心不全の治療法としての補助人工心臓（ventricular assist device：VAD）は、心臓移植へのブリッジとして適応が広がっており補助期間が長期に及んでいる。それに伴いVAD装着患者の体力回復・維持やQOLの向上が問題となり、心臓リハが重要視されている。VADの中でも臨床的に最も使用されているのが左室補助人工心臓（left ventricular assist device：LVAD）である。LVAD装着患者は心不全の罹病期間が長いことからデコンディショニングが著明で、

LVAD装着後いかに全身の廃用状態の回復をはかっていくかがキーポイントとなる。また、LVAD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、LVADの理解と運動障害への知識を要求される。

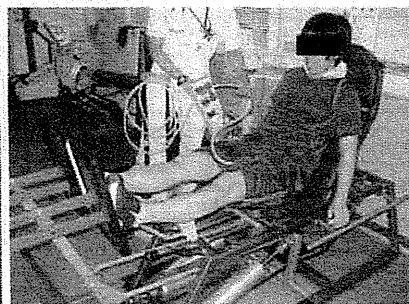
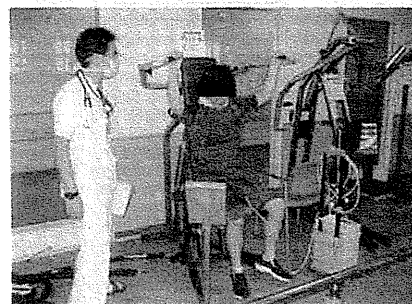
a リハビリテーションの進め方

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より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。理学療法士が医師の指示のもとに早期からの介入を行うことが望ましい。

LVAD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、



【図4】LVAD のリハビリテーション
有酸素トレーニングおよびレジスタンス
トレーニング。



LVAD 血液ポンプの脱血不良による血圧低下やめまいをひ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。

500m 連続歩行可能となった時点でCPXを実施する。その後AT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を実施していく。その後は1ヵ月おきに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VAD患者にも積極的にレジスタンストレ

ニングを行っている（図4）。

最近では植込み型LVAD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が、長期装着患者の社会復帰を含めたり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。定常流ポンプを使用した植込み型LVADの臨床応用が始まったばかりである。今後在宅復帰に向けた取り組みと長期にわたる外来フォロー体制の確立が重要となる。

文献

- 1) 野原隆司ほか：心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン（2007年改訂版）、循環器病の診断と治療に関するガイドライン（2006年度合同研究班報告）、ホームページ公開のみ、http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2007_nohara_h.pdf（2012年9月閲覧）

2. 運動療法

2.1 心不全と運動耐容能

心不全とは、心臓のポンプ能力が低下して全身への酸素供給が不足した結果、息切れや疲労感といった特有の症状が出現する症候群である。労作に伴い症状が増悪するため日常活動が不活発となり、これが悪循環となって骨格筋を中心とした廃用が進む。さらに心不全が末期的になると心臓悪液質 (Cardiac cachexia) という特徴的な病態を呈するようになるが、これにはレニン、アルドステロン、カテコラミンといった神経体液性因子やTNF- α といったサイトカインや免疫系因子が筋萎縮促進に関与している¹⁾。

心不全患者の末梢骨格筋は、酸化酵素活性が低下しタイプII b線維の割合が増加し、さらに毛細血管密度の低下が見られる。したがって、運動早期に嫌氣的代謝が優位となり、高エネルギー磷酸の不足から筋肉内での酸性化が亢進し最終的に運動継続が困難となる。また、骨格筋から呼吸中枢への刺激や肺うっ血が換気を亢進させ心不全特有の rapid shallow breathing を生み出す。これにより換気効率が低下する²⁾。

Massie らは、18名の男性心不全群と8名のコントロール群に対して、運動耐容能ならびに筋疲労度と外側広筋での筋生検結果を比較している。それによると、心不全患者の筋線維断面積は細く、コハク酸脱水素酵素活性が低く、タイプI線維の占める割合が低く、そしてタイプII線維の割合が多かった。これらの組織生化学的特性は peak $\dot{V}O_2$ ならびに筋疲労度に相関していたと報告している³⁾。また、Hambrecht らは22名の心不全患者を無作為に運動療法群とコントロール群に振り分け、6ヵ月間のトレーニング効果を観察した。その結果、運動療法群にのみ認められた有意な耐容能の増加は、骨格筋のミトコンドリア容積密度とチトクロームcオキシダーゼ陽性ミトコンドリア容積密度の増加と相関していた⁴⁾。これら2つの論文は、心不全患者の骨格筋の組織生化学的特性は運動耐容能と密接な関係があり、しかも運動トレーニングによって改善可能であるということを示している。

2.2 運動療法のエビデンス

心不全に対する有酸素運動を主体とした運動トレーニングは非特異的な介入であり、いくつかの全身または局所にわたる効果が考えられている⁵⁾。すなわち(1)

血管内皮機能、(2) 心血行動態、(3) 神経体液性因子、(4) 呼吸器系、(5) 骨格筋代謝と機能である。

ExTraMATCH メタ解析⁶⁾では、801名の心不全患者を対象にヨーロッパ心臓病学会 (ESC) のメンバー主導によって行われたが、全死亡が35% (オッズ比 0.65; CI 0.46-0.92, $p=0.015$)、入院が28% (オッズ比 0.72; CI 0.56-0.93, $p=0.018$) と有意な減少が認められた。この好ましい結果から、さらに HF-ACTION という多施設参加前向き無作為対象研究が実施された⁷⁾。この研究は、2年間のフォローでプライマリーエンドポイントを全死亡と入院と設定し、心不全の運動療法の安全性と効果を検証する研究である。トータル 2,331名の心不全患者が薬物による通常治療に加えた120分の持久的運動療法群か、通常治療群かに無作為に振り分けられた。運動トレーニングは安全に実施されたが、死亡と入院に関して有意差を得るに至らず、主要背景因子を調整後に有意差が見られた (図1)。有意差が得られなかった理由として、本研究は運動療法が非監視下で行われたために、運動に対する処方強度・量へのアドヒアレンスの低さによるものと考えられた。運動療法群の最初の1年間の平均的な運動時間は週約50分間に減少していた。これは、あらかじめ処方された時間の半分にも満たなかった。しかしながら、運動トレーニングを通常の薬物療法に加えて実施することにより、有害事象を伴うことなく運動耐容能、QOLや予後の改善を得られることができたことは特筆に値する。

2.3 運動療法の進め方 (表1)

欧州心臓病学会や日本循環器学会では、心不全患者の運動療法に関するプログラム^{8,9)}を提示している。まず運動療法の対象となるのは安定した心不全の患者であるので、禁忌疾患を除いておくことが重要である (表2)。ここで注目すべきことは左室駆出率に関して適応基準の最低値は示されていないということである。そして心肺運動負荷試験を行い、その結果をもとに運動処方を行うことが望まれる。

各運動セッション前に症状と内服薬評価と身体的評価を行い、患者が血行力学的に安定している場合、低レベルの運動から開始される。運動プログラムの構成要素は全身調節運動、持久力トレーニング、低レベル

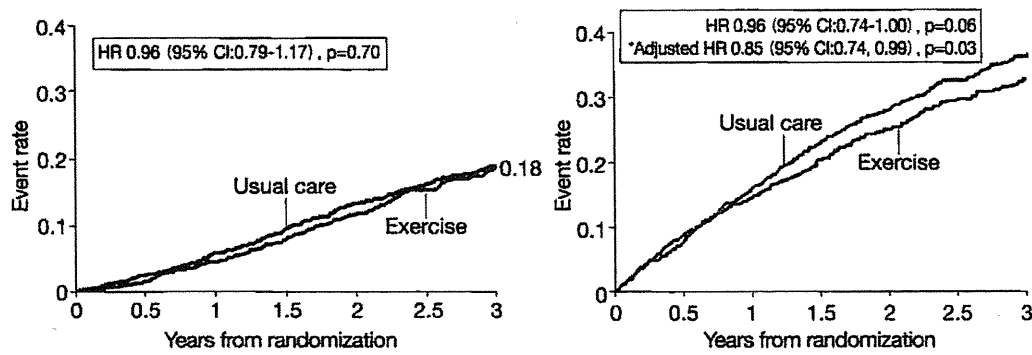


図1 HF-ACTION 研究

運動療法群はコントロール群に比べ、事故率（総死亡）が有意ではなく4%低かった（ $p=0.70$ ）。しかし、予後に影響を与える背景因子で調整後、心血管系死亡ならびに入院のリスク減少率は15%となり統計学的に有意であった（ $p=0.03$ ）。（文献4 JAMA 301, 2009 より）

表1 心不全の運動療法における運動処方（文献9より）

運動の種類	・歩行(初期は屋内監視下)、自転車エルゴメータ、軽いエアロビクス体操、低強度レジスタンス運動 ・心不全患者には、ジョギング、水泳、激しいエアロビクスダンスは推奨されない。
運動強度	【開始初期】 ・屋内歩行50～80m/分×5～10分間または自転車エルゴメータ10～20W×5～10分間程度から開始する。 ・自覚症状や身体所見をめやすにして1ヶ月程度をかけて時間と強度を徐々に増量する。 ・簡便法として、安静時HR+30拍/分（β遮断薬投与例では安静時HR+20拍/分）を目標HRとする方法もある。 【安定期到達目標】 a) 最高酸素摂取量（peak $\dot{V}O_2$）の40～60%のレベルまたは嫌気性代謝閾値（AT）レベルのHR b) 心拍数予備能（HR reserve）の30～50%、または最大HRの50～70% ・Karvonenの式（[最高HR－安静時HR]×k＋安静時HR）において、軽症（NYHA I～II）では$k=0.4\sim0.5$、中等症～重症（NYHA III）では$k=0.3\sim0.4$ c) 自覚的運動強度（RPEまたはBorg指数）：11（“楽である”）～13（“ややきつい”）のレベル
運動持続時間	・1回5～10分×1日2回程度から開始、1日30～60分（1回20～30分×1日2回）まで徐々に増加させる。
頻度	・週3～5回（重症例では週3回、軽症例では週5回まで増加させてもよい） ・週2～3回程度、低強度レジスタンス運動を併用してもよい。
注意事項	・開始初期1ヶ月間は特に低強度とし、心不全の増悪に注意する。 ・原則として開始初期は監視型、安定期では監視型と非監視型（在宅運動療法）との併用とする。 ・経過中は、常に自覚症状、体重、血中BNPの変化に留意する。

のレジスタンストレーニングを含む。酸素飽和度モニターは、十分な組織酸素化が行われているかを評価する有益なツールである。そのほか患者評価は、バイタルサイン、聴診、診察とRPE（主観的運動強度）によって総合的に評価する。運動強度を低く保ち、そして患者が慣れるにしたがい運動時間を段階的に延長する。心拍は、安静時心拍+30 bpmがよいとされている。RPEは“楽である”から“ややきつい”（11～13）の

尺度に保たなければならない。健全な心臓での心拍の増加は収縮力の増加を伴うが、不全心では心拍の増加は拍出力が減少する可能性がある。 β 遮断薬投与例は、運動時の心拍増加に特に注意が必要である。運動時間は患者の生理的反応によって個別に対応する。座位で行う軽い柔軟体操は、しばしば体の弱った患者にとって良好な運動様式である。ウォームアップとクーリングダウンを十分とることが勧められる。全身性の

表2 心不全運動療法の絶対禁忌と相対禁忌(文献8より)

＜相対的禁忌＞	
1.	1～3日前の体重が1.8 kg以上の増加
2.	持続的または間歇的ドブタミン投与
3.	運動時の収縮期血圧の低下
4.	NYHA クラスⅣ
5.	安静時の複合的な心室性不整脈の存在または労作時での出現
6.	仰臥位安静時の心拍数が毎分100以上
7.	併存する慢性疾患
＜絶対的禁忌＞	
1.	3～5日以上前から運動耐容能の悪化や安静時や労作時における呼吸困難
2.	2.2メッツまたは50ワット以下の運動強度における虚血の出現
3.	コントロールされていない糖尿病
4.	急性疾患や発熱
5.	塞栓の再発
6.	血栓性静脈炎
7.	活動性心外膜炎または心筋炎
8.	中程度から重度の大動脈狭窄
9.	手術適応の逆流性弁膜症
10.	3週間以内の急性心筋梗塞
11.	新たに出現した心房細動

コンディショニング運動以外に軽い抵抗運動は、心不全患者のコンディショニングを整える運動として推奨される。レジスタンス運動として、セラバンドや弾性バンドまたは軽いウエイトは、中程度の上肢または下肢のレジスタンス運動に用いられる。患者の血行力学の状態は、活動時に急速に変化する可能性がある。従って運動時低血圧、変時不全や不整脈の徴候や症状に備えることが望ましい。そして、心不全に対するリハビリテーションの重要な機能評価は心肺運動負荷試験かまたは6分間歩行テストで行われる。

2.4 補助人工心臓のリハビリテーション

内科的治療に反応しない末期の重症心不全に対するLVAD（左室補助人工心臓 left ventricular assist device）は有効な治療法であるが、わが国では依然ドナー不足のため、移植待機のためのLVAD装着期間が長期にわたっている。しかし、新世代の定常流型VADが開発され一般臨床に応用されている。このような状況下でLVAD患者への心臓リハビリテーション（心リハ）は今後ますます重要になるといえる。

LVAD装着前の患者は、長期臥床のために極度の廃用症候群を呈している。したがってLVADにより循環動態が回復したとはいえ、心リハにより積極的に離床を行って基本動作や移動動作の自立をはかっていかねばならない。当院では心臓血管外科病棟に専属理学療

法士（PT）を配属してLVAD装着後早期リハを開始し、不要な廃用状態の継続を予防している。離床から歩行にかけては、血液ポンプの血液充満状態が姿勢により変化するため、臨床工学技士が立ち会って、VAD駆動条件の設定を適宜変更しながら心リハを実施している。500 m 連続歩行が確実に可能となった時点で心肺運動負荷試験（CPX）を実施する。

重症心不全患者は、廃用が著しいため筋力低下によりADLが向上しない症例を経験する。この場合、レジスタンストレーニングを早期から開始して筋力向上を図ることが重要と思われる。われわれは、トレッドミル歩行や自転車エルゴメータといった有酸素トレーニングの他に、上肢や下肢のレジスタンストレーニングを積極的に取り入れている。

欧米においてLVAD患者の長期にわたる心リハ経過をまとめた論文は数少ない。Morroneらは、34名のLVAD患者の心リハを後方視的に分析している¹⁰⁾。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日目であった。トレッドミルでの歩行トレーニングは平均27日目で開始し、ボルグスケールの11～13を目標に実施した。術後6週から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から30分間行えるようになった。

われわれは、LVAD患者のAT（嫌気性代謝閾値）レベルでの有酸素トレーニングの効果を3ヵ月間観

察した。対象は20名のLVAD患者（男性10名、女性10名：平均年齢 36.4 ± 12.2 歳）であり、基礎疾患は拡張型心筋症10名、虚血性心筋症4名、その他6名であった。CPXは毎分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に30分間行い、残りの日は病棟内歩行トレーニングを実施した。このトレーニングプログラムを3ヵ月間行い、開始時と3ヵ月後の耐容能を比較した。その結果、peak $\dot{V}O_2$ は 11.7 ± 2.7 から 13.3 ± 4.1 mL/kg/min ($p < 0.01$)と有意な増加を示し、増加率は平均13.1%であった。運動耐容能の推移については、装着後の最初の1ヵ月の上昇が顕著で、その後の2ヵ月は緩やかに上昇する傾向にあり、トレーニングを導入してからの1ヵ月間に、計画されたトレーニングが継続できるかが耐容能の改善を左右すると考えられた。

新世代植込み型LVADのポンプ流量が従来型の日本で頻用されているLVAD（NIPRO-LVAD）と比べ、格段に向上しており、これが耐容能の差に表れている。耐容能の改善という視点で見ると、NIPRO-LVADを装着し病院内で生活する場合は問題ないと考えるが、退院後の社会復帰まで視野に入れた場合、新世代定常流型LVADのほうが優れている（図2）。

植込み型LVADが普及すれば、移植待機またはdestination therapyとして家庭または地域社会に復帰して通常生活が可能となる。そのためには、LVAD患者への体力維持・向上や生活指導を目的とした心リハが必要不可欠となってくる。今後は、地域社会で生活する植込み型LVAD患者のQOLに配慮した運動療法の取り組みと、社会復帰したLVAD患者の長期フォローが必要と考える。

2.5 おわりに

心不全の運動療法が患者の運動耐容能、QOLならびに予後を改善することは明らかである。今後はわが

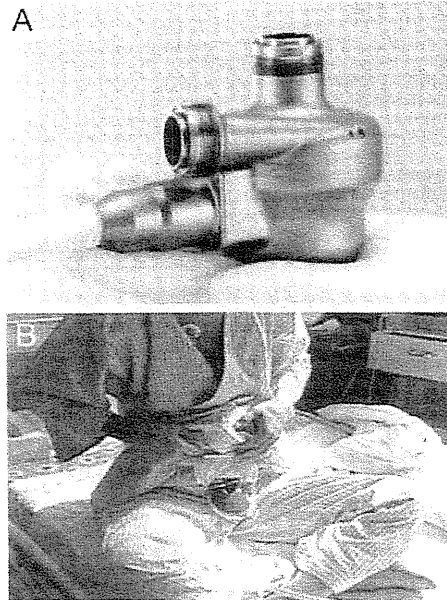


図2

A：植込み型補助人工心臓（EVAHEART）血液ポンプ
B：体外式補助人工心臓（NIPRO）血液ポンプ

国でも医療者が心不全患者に対する運動療法に理解を示し普及することを期待したい。

文献

- 1) Anker AD, et al: Ann Med **36**: 518-529, 2004
- 2) Piepoli MF, et al: Acta Physiol Scand **171**: 395-303, 2001
- 3) Massie BM, et al: JACC **27**: 140-145, 1996
- 4) Hambrecht R, et al: JACC **25**: 1239-1249, 1995
- 5) Gielen S, et al: Clin Geriatrics **9**: 32-45, 2001
- 6) ExTraMATCH collaborative: BMJ **328**: 189-192, 2004
- 7) O'Conner CM, et al: JAMA **301**: 1439-1450, 2009
- 8) Working group on cardiac rehabilitation and exercise physiology and working group on heart failure of the European Society of Cardiology: Eur Heart J **22**: 125-135, 2001
- 9) 野原隆司、安達仁ほか：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）。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
- 10) Marrone TM, et al: J Heart Lung Transplant **15**: 423-429, 1996

（牧田 茂）