

ハに関する記載が乏しい傾向にあった。

4. 200床未満 / 以上での比較検討

200床未満群, 以上群の各項目の記載率を図4に示す。200床未満群の循環器医数と心臓血管外科医数の記載率は, 200床以上の施設のそれに比べて有意に低かったが, 心リハ指導士数に関する記載率は両群間の有意差はなかった。400床未満 / 以上同様に有意差はなかったが, 病床数の大きな施設において, 心リハに関する記載が乏しい傾向にあった。

考 察

2006年6月21日, 厚生労働省は4疾病5事業(4疾病: 癌・脳卒中・急性心筋梗塞・糖尿病, 5事業: 救急医療・災害時における医療・へき地への医療・周産期医療・小児医療)について, 医療機関が機能を分担および連携し, 切れ目のない医療を提供するという医療体制の構築を打ち出した。各施設に対しては, 医療機能を明確にし, その情報を患者や住民に提供することを求めている⁹⁾。脳卒中に関しては, 2008年度から地域連携クリニカルパスが開始されており, 心疾患においても, 急性期治療を実施する施設と, 回復期, 維持期の治療手段としての心リハを実施する施設といった, 医療機能の明確化が必要であり, その情報を患者や住民に対して提供する必要がありますと考えられる。

今回の我々の調査結果では, 心リハ学会に登録されている施設の半数以上の施設は, 400床以上の規模の施設であり, 全体の86.7%が研修施設もしくは関連施設であった。この結果から, 心リハ学会に登録されている大半の施設は, 比較的大きな規模の施設であり, 急性期治療も可能な施設であると想像できる。しかし急性期施設だけでは, スタッフやスペースなどの要因⁷⁾により, 維持期の心リハが十分に実施できない可能性がある。今後, 急性期から維持期へと医療を提供する方策として, たとえ小規模で急性期治療を実施していなくとも, 地域の循環器施設が維持期心リハを請け負う受け皿的な施設として, 心リハに参加されることが考えられる。

また今回の調査では, 対象が心リハ学会に登録された施設であるにも関わらず, 急性期治療に関する記載率に比べ, 心リハに関する記載率は有意に低いという結果であった。しかも, 施設規模が大きいほどその傾向があった。この結果は急性期治療が著しく普及しているにも関わらず, 維持期の心リハの普及が不十分である日本の現

状と, 少なからず関連していると考えられる。

患者に心リハを完遂してもらうためには, 急性期からの患者教育は必須であり, 患者自身に心リハの効果や重要性を認識してもらう必要がある。そのためにも医療従事者が維持期心リハの重要性を認識し, 急性期から, 患者やその家族に対して, 心リハに関する情報を提供することが重要になってくると考えられる。

総 括

心リハ学会に登録された施設でさえ, IN上の心リハに関する情報の記述は不十分であり, その傾向は大規模施設で大きかった。しかし, 心疾患の連携パスなど, 様々な情報公開が求められてきており, 心リハを普及させるためにもIN上での情報公開の充実が望まれる。

文 献

- 1) 野原隆司, 安達 仁, 伊東春樹 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)
- 2) Chiba M, Nakamura M, Kanaya Y et al: Improvement in lower limb vasodilatory reserve and exercise capacity in patients with chronic heart failure due to valvular heart disease. *Eur Heart J* 18: 1931-1936, 1997
- 3) Witt BJ et al: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction in the community. *J Am Coll Cardiol* 44: 988-996, 2004
- 4) Taylor RS et al: Exercise - based rehabilitation for patients with coronary heart disease: Systematic review and meta - analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 116: 682-697, 2004
- 5) Radzewitz A et al: Exercise and muscle strength training and their effect on quality of life in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 4: 627-634, 2002
- 6) Dugmore LD et al: Changes in cardiorespiratory fitness, psychological wellbeing, quality of life, and vocational status following a 12 month cardiac exercise rehabilitation program. *Heart* 81: 359-366, 1999
- 7) 後藤葉一, 斎藤宗靖, 岩坂壽二 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全国調査. *心臓リハビリテーション* 11: 36-40, 2006
- 8) http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/statistics/pdf/HR200700_001.pdf
- 9) <http://www.med.or.jp/doctor/iryohou/kacho.pdf>



特集／心筋梗塞のリハビリテーション

心筋梗塞リハビリテーションの実際：
急性期・回復期

折口秀樹*

Abstract 急性心筋梗塞の心臓リハビリテーション(以下、リハ)は退院までの急性期、社会復帰までの回復期、それ以後の維持期に分けられている。

急性期の心臓リハは脱調節予防のための早期リハ、リスク管理が主眼であったが、ほぼ全例に冠動脈インターベンション(PCI)が行われる現在では安静時間は短縮され、冠動脈病変が確認されているため、リスク管理も容易となっている。しかし、急性期に再発予防、予後の改善の観点から心臓リハの意義を患者に丁寧に伝えることは重要なことであり、クリティカルパスを導入し、チーム医療として取り組む必要がある。

また、回復期の心臓リハは心筋梗塞の二次予防のガイドラインを参考に目標設定を明確にし、その達成のため個別にプログラムを考え、患者のQOLの向上に努めるべきである。いかに参加率を向上し、維持率を高めるかがキーポイントである。さらに維持期への橋渡しとしても大切な時期である。

Key words : 急性心筋梗塞(acute myocardial infarction ; AMI)、心臓リハビリテーション(cardiac rehabilitation)、冠動脈インターベンション(percutaneous coronary intervention ; PCI)、急性期(phase I)、回復期(phase II)

はじめに

心筋梗塞リハビリテーション(以下、リハ)の目的は再発予防と予後、QOLの改善である。以前は脱調節(deconditioning)予防のための早期リハとして捉えられていたが、入院時に冠動脈インターベンション(PCI)がほぼ全例で行われ、リスク管理が容易となったことから再発予防への取り組みが重視されている。

その心筋梗塞の再発予防にはアスピリン、ACE阻害薬、β遮断薬、スタチンなどの二次予防に有効な薬剤の服用とともに、患者評価、栄養指導、積極的な危険因子管理、心理社会的、職業的および身体活動カウンセリングを包括的に行う心臓リハが大切な役割を果たしている¹⁾。

心筋梗塞リハは退院までの急性期(phase I)、社会復帰までの回復期(phase II)、生涯を通じて

の維持期(phase III)に区分されている²⁾が(図1)、早期PCIの導入により早期社会復帰が可能となっており、急性期、回復期の境界がわかりにくくなっている。こうした状況での急性期、回復期の心臓リハの役割について取り上げ、当院での心臓リハについても解説する。

急性心筋梗塞について

急性心筋梗塞は不安定狭心症とともに急性冠症候群として、不安定プラークの破綻によると考えられている。よく知られているように冠動脈の狭窄の中等度以下の病変から発症し³⁾(図2)、その半数は発症前に狭心症を有しない。特に現場では喫煙者、メタボリック症候群を有する比較的若い患者が心筋梗塞を発症することを最近経験することが多い。もし発症したら、いかに早期にPCIで再灌流を成功させ、心筋梗塞の進展を防ぎ、急性期合併症を減少させ、慢性期に心不全、不整脈を残さないようにするかが肝心である。さらに、不

* Hideki ORIGUCHI, 〒806-8501 北九州市八幡西区岸の浦1-8-1 九州厚生年金病院内科、部長

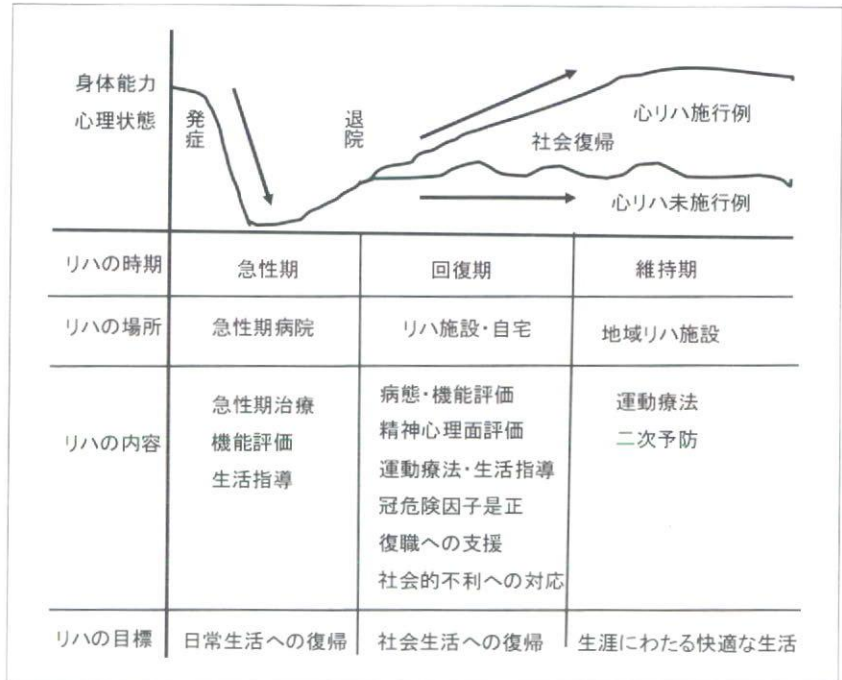


図 1.
心筋梗塞リハビリテーション
の区分

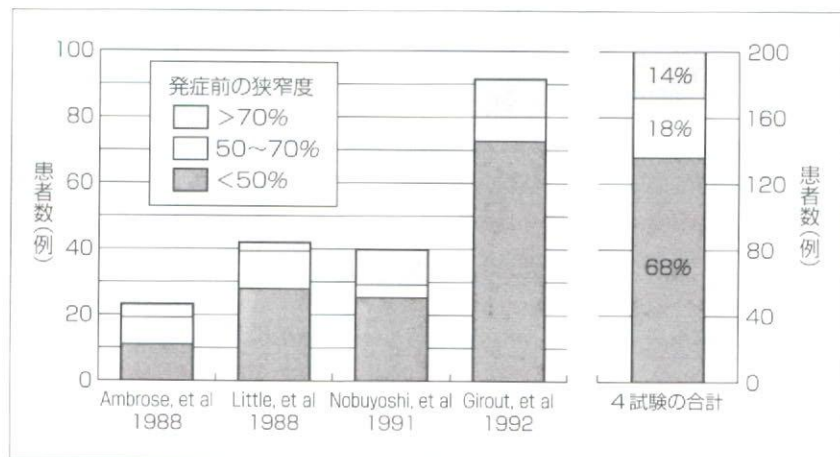


図 2.
急性心筋梗塞発症の責任病変

安定プラークを安定化させることが再発予防につながり、心臓リハの大きな役割でもある。

また、心筋梗塞の治療過程で壊死に陥った心筋組織の癒着に時間を要するという病理学的検討から、心筋梗塞発症後一定期間の安静臥床が行われていたが、Saltin らによる安静に伴う脱調節 (deconditioning) の弊害が指摘され¹⁾、安静は運動対応能を低下させるため、安全で適切な運動療法が行われることが推奨されている。しかし、現在では早期の PCI により、安静期間は短く、心機能も保たれているため deconditioning の要素は低くなっているが、高齢者、多疾患有病者では早期

離床の意義は今でも高く、理学療法士を中心とした介入が必要となっている。

急性期心筋梗塞リハ

心筋梗塞リハが保険適応となったのは 1988 年であり、急性心筋梗塞発症 3 か月以内に対して認められた。1996 年「循環器疾患のリハに関する研究」で齋藤らは、早期離床、早期退院が普及した状況のなかで、2 週間・3 週間プログラムを作成した⁵⁾。さらにはほぼ全例に急性期の PCI が行われる。最近では牧田らが示すような 1 週間プログラムも広く用いられている⁶⁾ (表 1)。また、当院で使

表 1. 急性期心筋梗塞リハビリプログラム

3W プログラム	1~	3~	4~	5~	10~	12~	14~	16~	病日
2W プログラム	1~	3~	4~	5~	10~	11~	12~	13~	
1W プログラム	1~		2~	3~	4~		5~	7~	
ステージ	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	
	絶対安静	椅子座位	立位保持	室内1分歩行	廊下2分歩行	廊下2分×3	廊下6分歩行	トレッドミル歩行 階段昇降	
座 位	禁止	受動座位		自動座位 30分	自動座位 60分	椅子座位は制限なし			
歩行(移動)	禁止			ベッド周囲	室内歩行	棟内トイレ	病棟内 自由	病院内 自由	
排 泄	ベッド上介助		車椅子介助		歩行にて可能				
整 容	全介助	おしぼり	髭剃り	ベッド上自立			棟内洗面所使用可能		
清 潔	清拭(全介助)			清拭 (部分介助)	清拭(自立)		シャワー浴 (洗髪自立)	入浴 (洗髪自立)	シャワー浴 BP
洗 髪	禁止			ベッド上 全介助	洗面所車椅子全介助				入浴 BP
娯 楽	ラジオ可	テレビ可	新聞・ 雑誌可	車椅子で電話可			歩行で 電話可	歩行で売店可	

用している患者向けの急性期心筋梗塞リハのクリティカルパスを参考に提示する(図3)。

急性期の心臓リハの導入に際しては、自覚症状、心機能、心筋虚血の有無、心不全、不整脈等の合併症を評価し、軽度リスク、中等度リスク、高度リスクに層別化して行う⁷⁾(表2)。急性心筋梗塞発症2日以内は運動負荷試験の禁忌であるが、ガイドラインによると血行動態が安定していれば12時間ないし24時間のベッド上安静は推奨されておらず、早期離床に努める⁸⁾。具体的には、ステージアップは負荷試験(当院では合併症のない場合、前後心電図記録は省いている)の結果で運動負荷中止基準(表3)を参考に判断し、安静度を解除する。特に、冠動脈造影上残存狭窄を有する例、心筋虚血、心不全、不整脈合併例は十分な心電図モニター監視下で行う。高齢者等の身体能力低下例では、ADL改善目的に理学療法士が積極的に関わり、早期離床を促し、ADLを拡大することが重要である(図4)。

また、急性期において大切なことは退院前に主治医が積極的に心臓リハへの参加、継続を推奨することである。これによって患者の心臓リハへの参加意欲を高めることが知られており、他のコメディカルスタッフとともにチーム医療で取り組む

必要がある。

急性心筋梗塞のPCIにはステントが用いられることが多く、亜急性血栓性閉塞(SAT)を防ぐため、運動療法の導入の時期、負荷量決定の判断が難しい。ステント留置後の運動療法は2週間後を一般的に推奨されている。後藤らの調査によるとPCI後多くの施設で7~14日以内に運動負荷試験を行っているが問題なかったとしている⁹⁾。また、Pierceらは、ステント留置術後平均3~4日の261症例(うち急性冠症候群161例)に最大および亜最大運動負荷試験を実施したが、急性冠閉塞は皆無であったと報告している¹⁰⁾。しかし、亜最大負荷をかけると血小板機能が負荷後しばらく活性化されるので、抗血小板療法が不十分な場合には血栓性閉塞を起こす危険性があり、十分な注意が必要である。このため、退院時の服薬指導も急性期の心臓リハの大切な要素である。

回復期心筋梗塞リハ

ガイドラインによると「回復期とは退院後社会復帰するまでの2~3か月を指すが、その間に行われる監視型運動療法を中心とした、教育・啓発、栄養・禁煙指導、復職指導や心理相談などを含めた包括的なりハが必要となる。米国でこの時期の

急性心筋梗塞 入院診療計画書

*症状に応じて予定を変更することがあります。質問などございましたら遠慮なく看護婦にお尋ね下さい

		さま					主治医		担当看護婦	
ステージ		ステージ1(絶対安静)	ステージ2	ステージ3	ステージ4	ステージ5	ステージ6~8	ステージ9	ステージ10	
日付		(/ /)	(/ /)	(/ /)	(/ /)	(/ /)	(/ /)	(/ /)	(/ /)	
検査	<input type="checkbox"/> 採血、レントゲン <input type="checkbox"/> 心電図 <input type="checkbox"/> 心臓カテーター検査 <input type="checkbox"/> PTCA(冠動脈治療) <input type="checkbox"/> ステント挿入 <input type="checkbox"/> 心電図モニター <input type="checkbox"/> 12誘導心電図 <input type="checkbox"/> 採血 <input type="checkbox"/> 持続点滴 <input type="checkbox"/> 酸素吸入 <input type="checkbox"/> 手所室で実施	*必要に応じて血液検査、レントゲン、心電図 心エコーなどの検査を行います 酸素吸入や点滴の 中止の時期は病状に よって異なります	<input type="checkbox"/> 付け替え <input type="checkbox"/> カテーター挿入 <input type="checkbox"/> 運動負荷テストを行いながら安静度を拡大していきます その順度安静度表によって説明を行います	<input type="checkbox"/> 付け替え <input type="checkbox"/> カテーター挿入 <input type="checkbox"/> 運動負荷テストを行いながら安静度を拡大していきます その順度安静度表によって説明を行います	*AMU(アンプレット)によって日常生活指導を開始します リスクファクター(危険因子)の確認 ・主治医より病状の説明を行います ・栄養士による食事指導を行います 減速指導なども行っています	・トレッドミル検査後トレーニング室で 心臓リハビリテーションを開始します 外来での検査、次回の 入院予約が必要ですが、 退院時に集約クラス が説明いたします	・副病室で再度説明を行います 外来での継続も可能です ・喫煙される方は「禁煙外来」を 紹介いたします ・主治医より病状の説明を行います ・退院前に再度内服薬の確認を します	通院予定日 (/ /) ~ (/ /)		
指導・説明	<input type="checkbox"/> 入院時治療計画書 (心か説明) <input type="checkbox"/> 承諾書(心か・感染症)	・主治医より病状の説明をします ・安静度表の説明をします (別紙参照)	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	通院予定日 (/ /) ~ (/ /)			
薬	<input type="checkbox"/> 特効薬の確認 <input type="checkbox"/> 内服薬の開始	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	・薬は看護婦がお薬いたします	通院予定日 (/ /) ~ (/ /)			

安静度表

予定日	ステージ1	ステージ2	ステージ3	ステージ4	ステージ5	ステージ6	ステージ7	ステージ8	
月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	
活動	<input type="checkbox"/> 絶対安静 (指を動くことはできません) <input type="checkbox"/> 坐位(体位変換) (看護婦の介助で横を向く ことができます)	・坐臥座位可 (ベッドを起こして ベッド上で座ることができます)	・自動座位可 (自分で座ることができます)	・病室内自由	・病室内自由 東病棟の検査はエリベーター 本館での検査は車椅子	病棟歩行 (4・5・6階×2回/日)	病棟歩行 (4・5・6階×2回/日)	病棟歩行 (4・5・6階×2回/日)	心臓リハビリテーション開始
喫煙	ラジオ	新聞・雑誌	テレビ	テレビ	ロビーでの談話	ロビーでの談話	ロビーでの談話	ロビーでの談話	
運動	不可	座位訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	歩行訓練 (5~20分×3回/日)	
排便	<input type="checkbox"/> 保留置カテーター挿入 <input type="checkbox"/> ベッド上で尿嚢・便器使用	・ベッド上 (医師の許可により ポータブルトイレ可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	・ポータブルトイレ (医師の許可により 病棟トイレ使用可)	
清潔	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	・ベッド上での洗面、歯磨き、全身清拭 (介助で行います)	洗面所で洗面 上半身清拭、下半身シャワー 全身シャワー 入浴
食事	絶食または全例	全例	全例	全例	全例	全例	全例	全例	
検査									
検査									

図 3. 当院の急性期心筋梗塞リハビリテーションパス

リスクのレベル	病態
軽度	<ul style="list-style-type: none"> 左室機能不全が著しくない(EF\geq50%) 安静時・運動療法時ともに心筋虚血所見が認められない 安静時あるいは運動誘発性の危険な不整脈が認められない 合併症のない心筋梗塞、冠動脈バイパス術後、冠動脈インターベンション術後 発症3週間以降に行った運動負荷試験で6 METs以上の運動能力を有する
中等度	<ul style="list-style-type: none"> 軽度～中等度の左室機能不全(EF=31~49%) 発症3週間以降に行った運動負荷試験で運動能力5~6 METs以下 処方された運動強度が施行困難 運動により心筋虚血が誘発される(0.1~0.2 mVのST低下、心エコー、シンチグラム)
高度	<ul style="list-style-type: none"> 著しい左室機能不全(EF\leq30%) 安静時ないし運動誘発性の危険な心室性不整脈 運動中の15 mmHg以上の収縮期血圧低下、負荷量を増加しても血圧が上昇しない 心肺蘇生からの生還者 うっ血性心不全、心原性ショック、危険な心室性不整脈を合併した心筋梗塞 重篤な冠動脈病変および運動療法誘発の著しい心筋虚血(0.2 mV以上のST低下)

◀表 2.

リスクの層別化の基準

表 3. 運動負荷中止基準

1. 症状	狭心症、呼吸困難、失神、めまい、ふらつき、下肢疼痛(跛行)
2. 徴候	チアノーゼ、顔面蒼白、冷汗、運動失調、異常な心悸亢進
3. 血圧	収縮期血圧の上昇不良ないし進行性低下、異常な血圧上昇(225 mmHg以上)
4. 明らかな虚血性ST変化	調律異常(著明な頻脈ないし徐脈、心室頻拍、頻発する不整脈、心室細動、R on T心室期外収縮など)、2~3度の房室ブロック



図 4.

理学療法士による介入

早期離床、ADLの拡大を目標とする。

リハのことを、特に第Ⅱ相リハ(phase II cardiac rehabilitation)と呼んでいる」と定義されている¹¹⁾。しかし、通常就労者では発症後1か月で復職し、施設での心臓リハに参加できなくなることが多い。急性期のPCIの進歩や長期入院ができない社会情勢から社会復帰がより早期に行われるのが現状である。こうした状況を踏まえて、当院での心臓リハを通して回復期リハを以下に解説する¹²⁾。

急性期の心臓リハは主に病棟で理学療法士を中心に行われるが、専用の心臓リハ室で行われる回復期では看護師がコーディネーターとなっている。心臓リハ室のスタッフは循環器内科医師1名、理学療法士2名、看護師1名、臨床検査技師1名、事務員1名で、1回に10~15名の参加者があり、1時間程度の運動療法を週3回の基準に行っている。患者の都合に合わせて頻度は決定し



図 5.
当院の心臓リハ室

ているが、自宅でもできるように支援している。

運動処方には運動強度、運動頻度、運動時間、運動期間、運動種目を考える。運動強度は心肺運動負荷試験(CPX)を導入時、1、3か月後、終了時に行い決定する。Borg13(ややきつい)、嫌気性閾値(AT)レベルの90~100%で、目標心拍数や負荷量で具体的に処方し、患者および運動療法スタッフに伝える。ウォーミングアップ、有酸素運動(20~30分)、レジスタンストレーニング、ストレッチ、クールダウンを組み合わせを行い、週3回、5か月間行うのを基本とする(図5)。

さらに、患者が自分の病状を把握し、生活習慣の改善を促し、自己管理できることが再発防止にとって大切である。それを目指して患者向けに週1回、30分程度、管理栄養士、薬剤師、心臓外科医、臨床心理士も加わって担当を決めて患者教育のための講義(心肺蘇生法指導を含む)を行い、患者の日頃の疑問に答え、3か月で修了できるようになっている(表4)。

さらに、適宜個別に管理栄養士による食事指導、薬剤師による薬剤指導が行われている。このように運動指導スタッフと患者教育スタッフが患者を

表 4. 患者教育の内容

＜患者教育＞	
・循環器内科医	狭心症、心筋梗塞について 心不全について
・心臓外科医	心臓手術について
・検査科	運動負荷試験
・栄養部	食事療法(調理実習を含む)
・リハ科	運動療法について
・看護部	日常生活指導・救急救命処置
・薬剤部	くすりの知識
・臨床心理	ストレス解消法

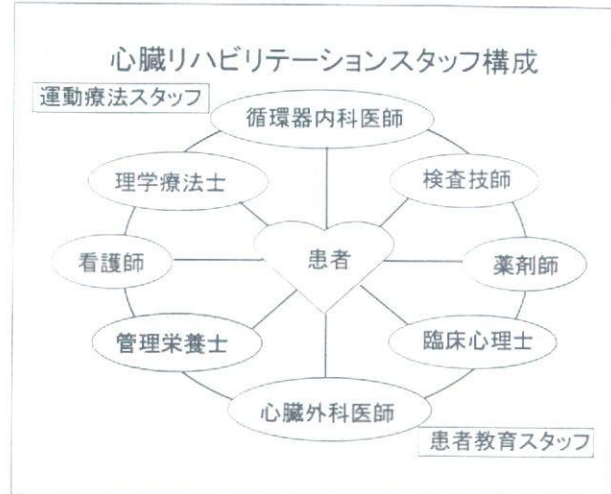


図 6. チーム医療としての心臓リハ

中心に、チーム医療を行えているのが当院の特徴である(図6)。

また、回復期心臓リハにおいてリスク管理は重要である。その方法として横田らは、急性心筋梗塞後3週間後のBNP値が200 pg/ml以下であれば積極的運動療法の適応とし、在宅心リハでも可能とし、200 pg/ml以上であれば積極的運動療法は発症2か月以降で綿密な医療管理と通院心リハ主体とするとしている¹³⁾。

心リハのクリティカルパスを作成し(図7)、定期的に運動処方を見直しを行い、その効果をデータとして患者にフィードバックし、アドヒアランスを高めるよう努めている。最近の治療の進歩により入院期間が短くなり、急性心筋梗塞や心臓手術後でも2~3週で退院され、自身の病気を理解しないまま、また不安を抱えたまま日常生活に戻ることが多い。これでは急性期治療が良好でもQOL(生活の質)から考えると不十分である。それを補う役目を果たすのが心臓リハである。パスを活用することで糖尿病、高血圧、高脂血症、肥満、ストレスといった冠危険因子の改善をみえる形で提供し、定期的なチェックを受けることで継続の動機付けにもなっている。また、心臓リハ室での運動療法は集団運動療法であるので患者同士の情報交換の場となり、これも不安解消の役目を果たしている。

おわりに

急性期の治療の進歩によりこれまで救命できなかった症例を救命することが可能となってきた。しかし、高度の心機能障害を残した症例が増加し、その治療として血管拡張薬、β遮断薬、心臓外科手術、両心室ペーシング療法の導入されている。心不全症例は2006年4月の診療報酬改正により心臓リハの保険適応疾患となった。心不全の運動療法の有効性は確認されており、下肢筋力増強のため労作時の息切れの症状を軽減し、また、交感神経の緊張を解き、抗不整脈作用が期待できる点で今後心臓リハの取り組む課題である。

施設中心の心臓リハには距離的、人員的、経済的な側面から増えると予想される症例数に対応できない可能性がある。これを解消する方策として、home based cardiac rehabilitation という考え方があり、Wake Forest 大学の Peter H Brubaker 先生がその有用性を示している¹⁴⁾。今後日本でも施設型から通院外来型へさらに home based cardiac rehabilitation へ移行すると考えられる。

最後に心筋梗塞リハが誰でも、いつでも、どこでも、同じように受けることができるよう、プログラムが発展していくことを期待して稿を閉じる。

心臓リハビリテーションクリティカルパス(No. 2)

患者氏名 様

主治医()

指示受け看護婦()

医療者用

発症月日(内科)	【適応疾患】	リスクファクター)	外来心臓リハビリテーション卒業時
【 / / 】	<input type="checkbox"/> 心筋梗塞 <input type="checkbox"/> 狭心症 <input type="checkbox"/> 心不全 <input type="checkbox"/> 心臓外科術後 <input type="checkbox"/> 大血管疾患 <input type="checkbox"/> 閉塞性動脈硬化症 <input type="checkbox"/> ペースメーカー・ICD挿入(あり・なし)	<input type="checkbox"/> 高血圧 <input type="checkbox"/> 喫煙 <input type="checkbox"/> 高脂血症 <input type="checkbox"/> 高尿酸血症 <input type="checkbox"/> 糖尿病 <input type="checkbox"/> その他()	・心事故なく卒業できる ・心臓リハビリテーションの講義の内容が理解できる ・心臓リハビリテーションの自己の安全運動レベルが分かる
病日(心臓外科)	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
【 / / 】	適応疾患・リスクファクターに關しては当てはまるものにチェックする ・心事故がない ・CPX1か月目の単体の安全運動レベルが分かる ・心臓リハビリテーション環境が1クール(11講座)受講できる ・自己の適正体重が維持できる	・心事故がない ・CPX3か月目の単体の安全運動レベルが分かる ・心臓リハビリテーション環境が1クール(11講座)受講できる ・自己の適正体重が維持できる	・心事故なく卒業できる ・心臓リハビリテーションの講義の内容が理解できる ・心臓リハビリテーションの自己の安全運動レベルが分かる
心リハ参加日	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
【 / / 】	適応疾患・リスクファクターに關しては当てはまるものにチェックする ・心臓リハビリテーション(トラック歩行・エルゴメーター・マット運動・イス体位下肢筋力強化運動) ○ 心臓リハビリテーション (CBC, 血糖, HbA1C, 総コレ, HDL-C, 中性脂肪, 尿酸, CRP, インスリン, BNP) 本原則として空腹時採血(朝食前)	適応疾患・リスクファクターに關しては当てはまるものにチェックする ・心臓リハビリテーション(トラック歩行・エルゴメーター・マット運動・イス体位下肢筋力強化運動) ○ CPX(月・水・金) ○ 筋力テスト 重量 Kg *月～受講日午後、心リハ室で実施 ○ 身体計測 体重 kg 体脂肪測定(%) -ICD・ペースメーカー挿入中患者は禁忌! BMI 腹囲測定(胸上) cm ○ CPX結果心リハ手帳記入	適応疾患・リスクファクターに關しては当てはまるものにチェックする ・心臓リハビリテーション(トラック歩行・エルゴメーター・マット運動・イス体位下肢筋力強化運動) ○ 心臓リハビリテーション (CBC, 血糖, HbA1C, 総コレ, HDL-C, 中性脂肪, 尿酸, CRP, インスリン, BNP) 本原則として空腹時採血(朝食前)
検査	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
検査結果説明(栄養指導) (栄養・指導) (栄養・指導)	○ 胸部レントゲン *正面のみ、心リハ前に撮影 ○ 筋力テスト 重量 Kg *月～受講日午後、心リハ室で実施 ○ CPX(月・水・金) ○ 身体計測 身長 cm 体重 kg 体脂肪測定(%) -ICD・ペースメーカー挿入中患者は禁忌! BMI 腹囲測定(胸上) cm ○ 検査結果説明() (月 日) テーターが全部揃ってから実施 ○ CPX結果心リハ手帳記入 ○ 採血結果心リハ手帳記入	○ 胸部レントゲン *正面のみ、心リハ前に撮影 ○ 筋力テスト 重量 Kg *月～受講日午後、心リハ室で実施 ○ CPX(月・水・金) ○ 身体計測 体重 kg 体脂肪測定(%) -ICD・ペースメーカー挿入中患者は禁忌! BMI 腹囲測定(胸上) cm ○ 検査結果説明() (月 日) テーターが全部揃ってから実施 ○ CPX結果心リハ手帳記入 ○ 採血結果心リハ手帳記入	○ 胸部レントゲン *正面のみ、心リハ前に撮影 ○ 筋力テスト 重量 Kg *月～受講日午後、心リハ室で実施 ○ CPX(月・水・金) ○ 身体計測 身長 cm 体重 kg 体脂肪測定(%) -ICD・ペースメーカー挿入中患者は禁忌! BMI 腹囲測定(胸上) cm ○ 検査結果説明() (月 日) テーターが全部揃ってから実施 ○ CPX結果心リハ手帳記入 ○ 採血結果心リハ手帳記入
観察	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
観察 記録 記録	○ 食餌指導・栄養指導 ○ 服薬指導 ○ 日常生活指導 ○ 運動指導 ○ 3か月目の看護指導書 ○ 食事療法 その1 ○ 心臓に關する検査 ○ 運動療法について ○ 日常生活指導 ○ 食事療法 その2 ○ 薬の知識 ○ 心臓手術について ○ 緊急救命講習会 ○ 検査療法 その3 ○ ストレス解消法	○ 食餌指導・栄養指導 ○ 服薬指導 ○ 日常生活指導 ○ 運動指導 ○ 3か月目の看護指導書 ○ 食事療法 その1 ○ 心臓に關する検査 ○ 運動療法について ○ 日常生活指導 ○ 食事療法 その2 ○ 薬の知識 ○ 心臓手術について ○ 緊急救命講習会 ○ 検査療法 その3 ○ ストレス解消法	○ 食餌指導・栄養指導 ○ 服薬指導 ○ 日常生活指導 ○ 運動指導 ○ 3か月目の看護指導書 ○ 食事療法 その1 ○ 心臓に關する検査 ○ 運動療法について ○ 日常生活指導 ○ 食事療法 その2 ○ 薬の知識 ○ 心臓手術について ○ 緊急救命講習会 ○ 検査療法 その3 ○ ストレス解消法
記録	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
記録 記録	○ 心電図モニター ○ 運動前後の血圧 ○ Borg指数 ○ 外来カルテ記載(外来通院患者のみ) ○ 心臓リハビリテーションカルテへ記載(バリアンス学生時は必ず)	○ 心電図モニター ○ 運動前後の血圧 ○ Borg指数 ○ 外来カルテ記載(外来通院患者のみ) ○ 心臓リハビリテーションカルテへ記載(バリアンス学生時は必ず)	○ 心電図モニター ○ 運動前後の血圧 ○ Borg指数 ○ 外来カルテ記載(外来通院患者のみ) ○ 心臓リハビリテーションカルテへ記載(バリアンス学生時は必ず)
バリアンス	外来心臓リハビリテーション1か月目	外来心臓リハビリテーション3か月目	外来心臓リハビリテーション卒業時
担当看護師署名	○ 有・無 ○	○ 有・無 ○	○ 有・無 ○

注)日動注○で表示する。

図 7. 回復期リハビリテーションクリティカルパス

文 献

- 1) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2004-2005 年度合同研究班報告), 心筋梗塞二次予防に関するガイドライン (2006 年改訂版). http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2006_ishikawa_h.pdf
- 2) 齋藤宗靖ほか: 狭心症・心筋梗塞のリハビリテーション, 改訂第3版, 122, 南江堂, 1999.
- 3) Falk E, et al: Coronary plaque disruption. *Circulation*, 92: 657-671, 1995.
〈Summary〉急性心筋梗塞の責任冠動脈は発症前高度狭窄でなく, 中等度以下であることを示した.
- 4) Saltin B: Physiological effects of physical conditioning. *Med Sci Sports Exerc*, 1: 50, 1969.
〈Summary〉約3週間にわたる安静臥床で運動対応能は低下し, それは運動療法で回復可能であることを示した.
- 5) 循環器疾患のリハビリテーションに関するガイドライン (1994~1996 年度報告), 厚生省循環器病委託研究5公-3「循環器疾患のリハビリテーションに関する研究」班, 1996.
- 6) 牧田 茂: 心疾患のリハビリテーション, 虚血性心疾患, 総合リハ, 35(1): 23-30, 2007.
- 7) アメリカスポーツ医学会(編): 運動処方指針 運動負荷試験と運動プログラム, 27, 南江堂, 2001.
- 8) Thomas J, et al: 1999 Update: ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction: Executive Summary and Recommendations: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Acute Myocardial Infarction). *Circulation*, 100:1016-1030, 1999.
- 9) Goto Y, et al: Safety and implementation of exercise testing and training after coronary stenting in patients with acute myocardial infarction. *Circ J*, 66: 930-936, 2002.
- 10) Pierce GL, et al: Lack of association of exercise testing with coronary stent closure. *Am J Cardiol*, 86(11): 1259-1261, 2000.
- 11) 心疾患における運動療法に関するガイドライン, *Circulation Journal*, 1(66)(Supple IV): 1230, 2002.
- 12) 折口秀樹: 施設紹介 九州厚生年金病院 心臓リハビリテーション部門, 心臓リハビリテーション, 7: 189-190, 2002.
- 13) 横田充弘: 心筋梗塞後のリハビリテーション, 運動療法, 山口 徹ほか(著), 今日の治療指針2007年版, 308-309, 医学書院, 2007.
- 14) Brubaker PH, et al: A home-based maintenance exercise program after center-based cardiac rehabilitation: effects on blood lipids, body composition, and functional capacity. *J Cardiopulm Rehabil*, 20(1): 50-56, 2000.
〈Summary〉施設型と在宅型の心臓リハを比較し, ほぼ同程度の効果が得られたことを示した.

特集

心臓リハビリテーション
の新しい展開

治す

10

プライマリーPCI時代における急性心筋梗塞後の心臓リハビリテーション

▶ *Cardiac rehabilitation and secondary prevention after acute myocardial infarction in primary PCI era*

折口秀樹 (九州厚生年金病院内科)

急性心筋梗塞(acute myocardial infarction ; AMI)に対してプライマリーPCI(冠動脈インターベンション)が普及した今日、在院日数短縮の結果入院型心臓リハビリテーションは実施困難となり、また、患者は身体的コンディショニングが軽いため早期退院、早期社会復帰を希望し、心臓リハビリテーションに対しては一見逆風の時代にみえる。

しかし、アメリカスポーツ医学会の運動処方指針第7版によるとAMIおよびPCI後は心臓リハビリテーションの適応と明示されている。さらに狭心症患者において、従来型の金属ステント(bare metal stent ; BMS)を用いたPCI後に心臓リハビリテーションを実施することにより、運動耐容能やQOLが改善し心事故が減少するとの報告がある^{1,2)}。また、ステント留置例において、十分な抗血小板療法がされていれば運動療法・運動負荷試験が原因と考えられる急性血栓性冠閉塞の危険性は低いことが確認されている³⁾。加えてステント治療で再狭窄は減少したが、心血管イベントは減少しておらず、全身の抗動脈硬化作用としての心臓リハビリテーションとの併用に期待がもたれる。しかし、冠動脈バイパス術後患者に比し、PCI後患者の心臓リハビリテーションへの参加率が低いことが指摘されている。

こうした状況を踏まえて、プライマリーPCI時代におけるAMI後の心臓リハビリテーションの必要性や時代にマッチした実施方法について解説する。

わが国のAMIの受け入れ状況は循環器専門医研修施設において97%と高く、緊急PCI実施率も92%と高いが、急性期心臓リハビリテーションを行っているのは49%、外来通院型心臓リハビリテーションにおいては9%と低く、後藤らが報告している⁴⁾。つまり、AMIのほとんどの症例でPCIが行われているが、心臓リハビリテーションの普及はまだ不十分な状態である。これには施設側の理由(スタッフ、設備、施設基準、スペース)もあるが、参加者の問題を考慮する必要がある。Worcesterらは心臓リハビリテーションへの不参加、脱落を検討し、PCI患者で低いことを指摘している⁵⁾。PCI患者は疾病に対する認知度が低く、PCIで疾患自体がすべて完治したと誤解するともいわれている。医師も病変がPCIで良好に拡張され、合併症なく経過すると心臓リハビリテーションの導入を忘れがちである。

AACVPR/ACC/AHAによる心臓リハビリテーションのガイドラインが作成されているが、最近ではいかに心臓リハビリテーションが実際の現場に導入されているかが課題となっている⁶⁾。ここでも心筋梗塞/急性冠症候群、冠動脈バイパス術後、PCI術後、安定狭心症、心臓弁膜症術後(弁形成術および置換術)、心臓もしくは心肺移植術後が心臓リハビリテーションの適応とされており、PCIを受けたAMI患者はまさしく心臓リハビリテーションの適応である。しかも、ACC/AHA/SCAI 2005 Guideline Update for Percutaneous

表1 PCI後の包括的リスク低減の目標、推奨される介入(文献7より改変引用)

喫煙	目標：完全禁煙 受動喫煙がないこと
血圧管理	目標：140/90mmHg未満 慢性腎疾患(CKD)、糖尿病があれば130/80mmHg未満
脂質管理	①中性脂肪200mg/dL未満 初期目標：LDL-C 100mg/dL未満(very-high risk患者では70mg/dL未満) ②中性脂肪200mg/dL以上 初期目標：非HDL-C 130mg/dL未満
身体活動	最小目標 30分週5回(毎日が理想的) 推奨される介入 ①リスクを評価(運動負荷試験によるものが望ましい)し、運動処方を行う ②最低30~60分 ③毎日が週5回の早歩き、ジョギング、サイクリングなど有酸素運動 ④さらに日常生活活動を増やすことで補う ⑤週2回のレジスタンストレーニング ⑥特に多数の冠危険因子をもつ場合や監視が必要な中等度~高度のリスクをもつ患者では心臓リハビリテーションプログラムへの参加が推奨される

Coronary InterventionのなかでPCI後の冠危険因子の修正として、心臓リハビリテーションの導入が推奨されており、特に多数の冠危険因子をもつ場合や中等度以上のリスクをもつ場合で推奨されている⁷⁾(表1)。

こうした背景を考慮してプライマリーPCI時代のAMIの心臓リハビリテーションに関して述べていきたい。

動脈硬化としての心筋梗塞

AMIは全身の動脈硬化の1つの表現形と考えられる。木村らはPCI施行患

者の10年間の長期予後を調査し、再PCIはステント再狭窄によるものは少なく、ほとんどが新規病変によるものであったと報告している⁸⁾(図1)。また、心事故回避率もステント時代とバルーン時代では同程度としている。つまり、PCI施行患者の長期予後は新規病変をいかに抑えるかが課題となる。

また、BARI試験のサブ解析においてCABGに割り付けられた糖尿病患者のQ波心筋梗塞発生時の5年死亡率は20%であったのに対し、PCIに割り付けられた患者のそれは80%であり、CABGの予後改善効果が示された⁹⁾。PCI患者における予後改善のための

対策が必要と考えられる。この解決のヒントとして安定労作性狭心症に対するPCIと至適薬物治療を比較したCOURAGE試験の結果が興味深い。心事故の発生率は同等であったが、狭心症状やQOLの改善はPCIで優れていることが示された¹⁰⁾(図2)。つまり、

新規病変の発生予防にはいかに二次予防が大切であるか、また患者のQOLを考える場合適切なPCIが必要であることを示しており、心臓リハビリテーションチームとインターベンション医との連携が今後必須である。

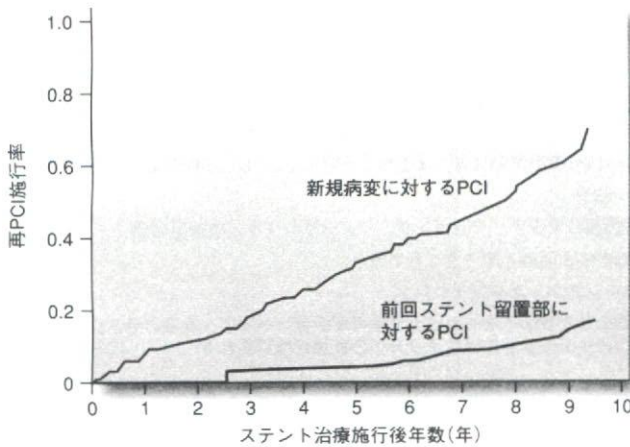


図1 ステント治療施行後の長期予後(文献8より引用)

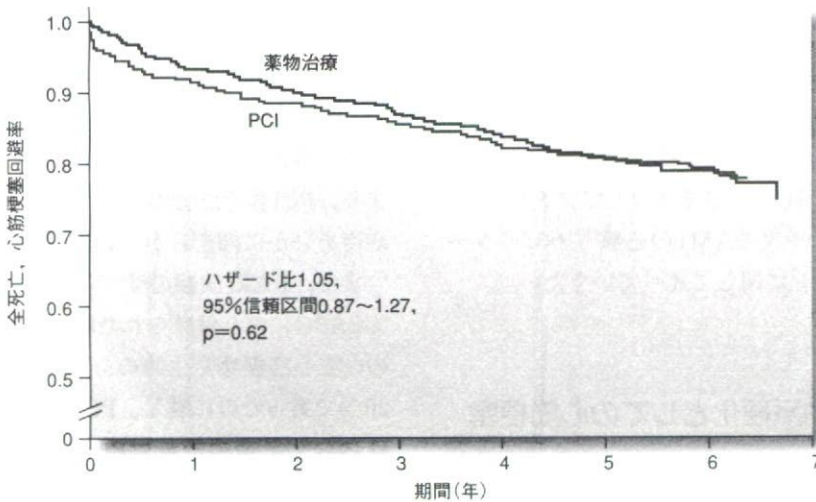


図2 COURAGE試験(安定労作性狭心症に対するPCIと薬物治療の比較)(文献10より引用)

AMIの心臓リハビリテーションの変遷

従来は心筋梗塞の治癒過程で梗塞部の癒痕化に時間を要するという病理学的検討によって、心筋梗塞発症後一定期間の安静臥床が行われていた。しかし、安静に伴うdeconditioningの弊害が指摘され、安静そのもので運動耐容能を低下させるため¹¹⁾、安全で適切な運動療法が行われることが推奨された。また、PCIの導入により心機能が保たれ、安静時間が短縮されたため、最近ではdeconditioningを起こすことが少なく、冠危険因子の是正を目的にすることが多くなっている。また、冠動脈病変の評価がなされていることが多く、リスク管理が容易となった。さらに、疾患管理の方策としての心臓リハビリテーションが注目されている。

AMIの心臓リハビリテーションプログラム

わが国の急性心筋梗塞の心臓リハビリテーションの歴史は木村が1956年に提唱した「積極運動負荷療法」が最初である¹²⁾。保険適応となったのは1988年であり、1993年齋藤らは、早期離床、早期退院が普及した状況のなかで、2週間・3週間プログラムを作成した。さらにプライマリーPCIで入院期間が短縮し、牧田らは一週間プログラムを作成している¹³⁾(表2)。心臓リハビリテーションは急性期、回復期、維持期に分かれ

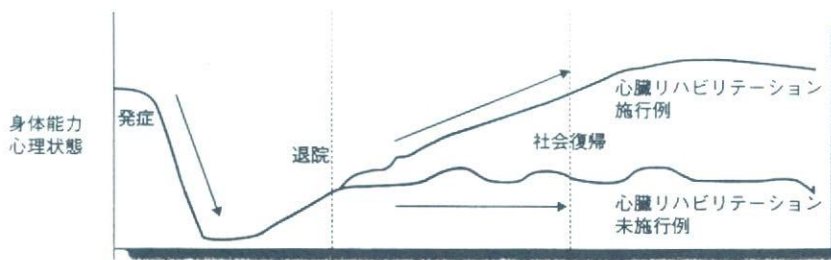
ており、それぞれリハビリテーションの内容がその目標に応じて設定される(図3)。心臓リハビリテーションの導入に際しては、自覚症状、心機能、心筋虚血の有無、心不全、不整脈などの合併症

を評価し、軽度、中等度、高度とリスクを層別化して行う。具体的には、ステージアップごとに負荷試験を行い、心臓リハビリテーションを進行させる。ここでクリニカルパスを作成し、使用するこ

とは医師間で心臓リハビリテーションの導入率に差が生じにくくなり、参加率の向上に寄与する。特に残存狭窄を有する例、心筋虚血、心不全、不整脈合併例では十分な心電図監視下で行う。

表2 急性期心筋梗塞心臓リハビリテーションプログラム(文献13より引用)

	1~	3~	4~	5~	10~	12~	14~	16~	病日
3Wプログラム	1~	3~	4~	5~	10~	12~	14~	16~	
2Wプログラム	1~	3~	4~	5~	10~	11~	12~	13~	
1Wプログラム	1~		2~	3~	4~		5~	7~	
ステージ	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	
絶対安静	椅子座位		立位保持	室内1分歩行	廊下2分歩行	廊下2分×3	廊下6分歩行	トレッドミル歩行・階段昇降	
禁止	受動座位		自動座位 30分	自動座位 60分	椅子座位は制限なし				
禁止	禁止		ベッド周囲	室内歩行	棟内トイレ	病棟内自由	病院内自由		
ベッド上介助	車椅子介助		歩行にて可能						
全介助	おしぼり	髭剃り	ベッド上自立		棟内洗面所使用可能				
清拭(全介助)	清拭(部分介助)		清拭(自立)		シャワー浴 前/後/ 入浴BP 入浴BP 前/後/				
禁止	禁止		ベッド上全介助	洗面所車椅子全介助					
ラジオ可	テレビ可	新聞・雑誌可	車椅子で電話可		歩行で電話可		歩行で売店可		



リハビリテーションの時期	急性期	回復期	維持期
リハビリテーションの場所	急性期病院	リハビリテーション施設・自宅	地域リハビリテーション施設
リハビリテーションの内容	急性期治療 機能評価 生活指導	病態・機能評価 精神心理面評価 運動療法・生活指導 冠危険因子是正 復職への支援 社会的不利への対応	運動療法 二次予防
リハビリテーションの目標	日常生活への復帰	社会生活への復帰	生涯にわたる快適な生活

図3 心筋梗塞における心臓リハビリテーションのステージ別内容

さらに、高齢者などの身体能力低下例ではactivities of daily living (ADL)改善目的に理学療法士が積極的にかかわり、早期離床を促し、ADLを拡大することが重要である(図4)。また、リスク管理という点で脳性ナトリウム利尿ペプチド(brain natriuretic peptide; BNP)値を参考に管理する方法を横田らは推奨している¹⁴⁾。急性心筋梗塞後3週間のBNP値が200pg/mL以下であれば積極的運動療法の適応とし、在宅心臓リハビリテーションでも可能とし、200pg/mL以上であれば積極的運動療法は発症2ヵ月以降で綿密な医療管理と通院心臓リハビリテーションを主体とするとしている。

ステント治療と 心臓リハビリテーション

AMIのPCIにはステントが用いられ

ることが多く、亜急性血栓性閉塞(subacute thrombosis; SAT)を防ぐため、どの時期に、どの程度の運動療法を導入するかが問題となる。AHA Scientific StatementのExercise Standard for Testing and Trainingでは明確な研究データが出るまで当分PCI後5日から7日以内には運動は推奨せず、狭心症状の出現に注意を払い、アクセス部位の治療を待つべきとしている¹⁵⁾。また、ステント留置後のSATは1週間以内に多いとしており、亜最大負荷をかけると血小板機能が長時間活性化され、さらに発汗による脱水が加わり、血栓性閉塞を起こす危険性があり、運動の負荷量には十分注意が必要である。

一般的にステント留置後の運動療法は2週間後を一般的に推奨されている。後藤らの調査によるとPCI後多くの施設で7~14日以内に運動負荷試験を

行っているが問題なかった³⁾。曾我らはステント留置翌日、嫌気性代謝閾値(anaerobic threshold; AT)レベルの運動療法の安全性を報告しており、十分な抗血小板療法下では安全に行うことが可能と思われる¹⁶⁾。また、持久性運動は線溶系により影響があり、血中フィブリノーゲンを減少し、tissue plasminogen activator (TPA)を増やし、plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1)を減少させる。運動不足の例では、運動時血小板活性は増加するが、定期的に運動をしていると血小板活性は減弱される。

また、狭心症においてDES時代の現在、再狭窄に関する意義は少ないかもしれないが、運動はshear stress増大によるNOによる血管拡張、内膜平滑筋の進入抑制、血液粘張性の低下の作用があり、DES留置後の予後改善は期待できる(p.38特集6参照)。

a: 呼吸訓練



b: 起立-着席訓練



図4 理学療法士による介入(早期離床, ADLの拡大を目標とする)

当院ではPCI前日心臓リハビリテーションを見学し、PCI翌日心肺運動負荷試験を行い、狭心症状の改善を体験し、同時に運動処方を作成することで、心臓リハビリテーション導入の動機を高めることを試みている。

おわりに

PCIはあくまでも局所治療であること、予後はその後の薬物療法、心臓リハビリテーションの参加、継続に依存することを十分認識しておく必要がある。インターベンション医がPCI後の説明で心臓リハビリテーションへの参

加を呼びかけることは大切であり、参加率向上の効果が高いとされている。

プライマリーPCI時代のAMIに対する心臓リハビリテーションについて、現在J-REHAB研究が開始され長期予後が調査されている。今後の研究結果がさらなるエビデンスを提供するものと期待される。

文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Goto Y, Hitoshi Sumida, Kenji Ueshima, et al: Safety and implementation of exercise testing and training after coronary stenting in patient with acute myocardial infarction. *Circ J* 66: 930-936, 2002.
- 4) Goto Y, Saito M, Iwasaka T, et al: Poor implementation of cardiac rehabilitation despite broad dissemination of coronary interventions for acute myocardial infarction in Japan: A nationwide survey. *Circ J* 71: 173-179, 2007.
- 5) Worcester MU, Murphy BM, Mee VK, et al: Cardiac rehabilitation programmes: predictors of non-attendance and drop-out. *Euro J Cardiovasc Prev Rehabil* 11(4): 328-335, 2004.
- 6) Randal J, et al: AACVPR/ACC/AHA 2007 Performance Measures on Cardiac Rehabilitation for Referral to and Delivery of Cardiac Rehabilitation/Secondary Prevention Services. *JCRP* 27: 260-290, 2007.
- 7) Smith SC, Feldman TE, Hirshfeld JW, et al: ACC/AHA/SCAI 2005 Guideline Update for Percutaneous Coronary Intervention: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 47: 1-121, 2006.
- 8) Kimura T, Abe K, Shizuta S, et al: Long-term clinical and angiographic follow-up after coronary stent placement in native arteries. *Circulation* 105: 2986-2991, 2002.
- 9) Detre KM, Lombardero MS, Brooks MM, et al: The effect of previous coronary-artery bypass surgery on the prognosis of patients with diabetes who have acute myocardial infarction: Bypass angioplasty revascularization investigators. *N Engl J Med* 342: 989-997, 2000.
- 10) Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK, et al: Optimal medical therapy with or without PCI for stable coronary disease. *N Engl J Med* 356: 1503-1516, 2007.
- 11) Saltin B, et al: Physiological effects of physical conditioning. *Med Sci Sports Exerc* 1: 50, 1969.
- 12) 木村 登: 第53回日本内科学会講演会, 狭心症に関するシンポジウムⅢ 治療. *日本内科学会雑誌* 45(8): 834-840, 1956.
- 13) 牧田 茂: 心疾患のリハビリテーション, 虚血性心疾患. *総合リハ* 35: 23-30, 2007.
- 14) 横田充弘: 心筋梗塞後のリハビリテーション, 運動療法「今日の治療指針2007年版」(山口徹, ほか著), p308-309.
- 15) Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, et al: Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 104: 1694-1740, 2001.
- 16) 曾我芳光, 平松伸一, 横井宏佳, ほか: 待機的冠動脈ステント留置直後における運動療法の安全性に関する検討. *心臓リハビリテーション* 9(1): 105-107, 2004.



ELSEVIER

ORIGINAL ARTICLE

JOURNAL of
CARDIOLOGY

Official Journal of the Japanese College of Cardiology

www.elsevier.com/locate/jjcc

Effect of a single bout of moderate exercise on glucose uptake in type 2 diabetes mellitus

Masato Oguri (MD)^a, Hitoshi Adachi (MD)^{b,*}, Tomio Ohno (MD)^c,
Shigeru Oshima (MD)^b, Masahiko Kurabayashi (MD)^a

^a Department of Medicine and Biological Science, Graduate School of Medicine, Gunma University, Gunma, Japan

^b Department of Cardiology, Gunma Prefectural Cardiovascular Center, Gunma, Japan

^c Department of Internal Medicine, Gunma Prefectural Cardiovascular Center, Gunma, Japan

Received 23 April 2008; received in revised form 12 June 2008; accepted 15 July 2008
Available online 21 September 2008

KEYWORDS

Glucose;
Exercise;
Rehabilitation;
Diabetes mellitus

Summary

Background and purpose: Hypoglycemia during exercise is a serious problem in diabetic patients during cardiac rehabilitation, whereas normal subjects rarely experience hypoglycemia. Inappropriate glucose uptake by working muscles may be responsible. However, the precise characteristics of glucose uptake during exercise have not been fully studied. We have investigated the effect of acute exercise on glucose uptake in diabetic patients.

Methods: Nine type 2 diabetic patients (age, 57 ± 6 years; HbA1c, $7.7 \pm 1.3\%$) performed exercise at an intensity of anaerobic threshold for 15 min. Glucose utility was determined using euglycemic hyperinsulinemic clamp technique. Glucose infusion rate (GIR) was calculated throughout the exercise and recovery session.

Results: Average GIR at rest was 3.4 ± 1.6 mg/(kg_{BW} min). Fifteen minutes after starting exercise, it increased significantly (6.6 ± 2.4 , $p < 0.001$). Thirty minutes after cessation of exercise, GIR decreased significantly (4.8 ± 1.9 , $p < 0.05$) compared with peak value. Increase in GIR was greater as BMI or body fat ratio became greater ($r = 0.608$ and 0.475). There was a weak correlation ($r = 0.344$) between HbA1c and GIR improving ratio (GIR during exercise \times 100/GIR at rest).

Conclusions: Glucose uptake was revealed to augment significantly within 15 min after the commencement of exercise. This improvement was more obvious in patients with greater body weight, fat accumulation, and poorer diabetic control.

© 2008 Japanese College of Cardiology. Published by Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

* Corresponding author at: Gunma Prefectural Cardiovascular Center, Division of Cardiac Rehabilitation, 3-12 Kameizumi, Maebashi, Gunma 371-0004, Japan. Tel.: +81 27 269 7455; fax: +81 27 269 1492.
E-mail address: h-adachi@ops.dti.ne.jp (H. Adachi).

Introduction

Favorable effects of exercise training in diabetes mellitus are widely established. It stabilizes the glycemic control and insulin resistance (IR) [1] resulting in the diminishment of both microvessel and macrovessel complications. These effects can be obtained by mild to moderate intensity of exercise training [2]. The safety of moderate exercise has been confirmed even if it is performed on the day after percutaneous coronary intervention [3] or 1–2 weeks after acute phase of myocardial infarction [4]. However, exercise is also widely known to induce hypoglycemia.

Hypoglycemia during exercise is induced by disproportionately accelerated glucose uptake by working skeletal muscles. There are three mechanisms of regulation of skeletal muscle glucose uptake: glucose delivery to the skeletal muscle cells [5]; glucose transport through the cell surface membrane [6]; and flux through intracellular metabolism. Especially, acceleration of glucose transport through the cell surface membrane during exercise [7–9] is one of the important mechanisms to increase glucose uptake. However, it is not well studied how much glucose uptake is augmented during exercise and the characteristics of subjects whose improvement of IR is extreme.

Euglycemic hyperinsulinemic clamp procedure enables us to evaluate glucose uptake during exercise continuously during exercise [10]. We hereby investigated the effect of acute exercise on glucose uptake and the concerning factors with accelerated glucose uptake using euglycemic hyperinsulinemic clamp procedure.

Methods

Subjects

Nine patients with type 2 diabetes mellitus attending the cardiac rehabilitation program in our hospital were enrolled (Table 1). Their anthropometric data were almost normal. The range of body mass index was from 28.7 to 18.0. Their exercise tolerance was slightly impaired compared with that of normal subjects (peak VO_2 , 18.9 ± 4.2 mL/(min kg), $77.6 \pm 18.9\%$). They had no characteristic heart disease or pulmonary problems and all of the subjects had no exercise habit. Therefore, impaired exercise tolerance might be mainly attributed to their sedentary lifestyle.

Five subjects were taking angiotensin-converting enzyme inhibitors or angiotensin receptor blockers and five were taking beta-blocking agents. These

Table 1 Patient characteristics

	Mean \pm S.D.
Age (years)	57.1 \pm 6.4
Body height (cm)	165.7 \pm 5.9
Body weight (kg)	65.2 \pm 7.0
Body mass index	23.9 \pm 3.2
Fasting plasma glucose (mg/dL)	143.7 \pm 49.3
HbA1c (%)	7.7 \pm 1.3
Anaerobic threshold (mL/(min kg))	12.4 \pm 1.7
Peak VO_2 (mL/(min kg))	18.9 \pm 4.2
Medication	
ACE inhibitor/ARB	5
β -Blocker	5
Insulin therapy	2
Oral antidiabetic drugs	5

ACE, angiotensin-converting enzyme inhibitor and ARB, angiotensin receptor blocker.

medications were not changed during this study. Two patients were treated with insulin, and five were treated with sulfonylurea derivatives.

Body fat ratio was evaluated using bioimpedance assay technique.

Study protocol

The study design is shown in Fig. 1. After 10 h fast, glucose uptake was measured on an upright cycle ergometer. After taking data of glucose uptake at rest, subjects started exercise session at an intensity of anaerobic threshold for 15 min. Then data of glucose uptake was taken again. After the evaluation of glucose uptake, subjects stopped pedaling and stayed sedentary for 15 min to take the data of recovery.

We measured glucose infusion rate (GIR) during exercise after 15 min. As is shown in Fig. 2 (A, B, and C), GIR increases relatively abruptly after starting exercise. Then 15 min after exercise, GIR looks to reach plateau. This is the reason why we have taken the data of 15 min after exercise.

Glucose uptake measurement

To evaluate the glucose uptake at rest and during exercise, all subjects underwent the euglycemic hyperinsulinemic clamp procedure [11] during physiological hyperinsulinemia (100 U/mL) using STG-22 (Nikkiso, Tokyo, Japan) with short-acting insulin infusion (40 U/(m² min)). Hyperinsulinemia was maintained for 120 min during which time the euglycemia was achieved using a variable infusion of 16.6% glucose in water. Euglycemic target during the procedure was set at 100 mg/dL, and GIR was adjusted using the negative feedback equation of DeFronzo et al. This method is regarded as the

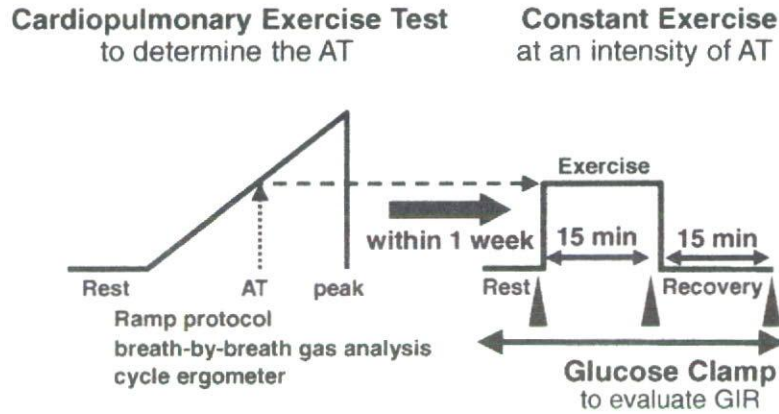


Figure 1 Study protocol. AT, anaerobic threshold.

'gold standard' for measuring IR [12]. As for the glucose turnover during exercise, plasma glucose is transferred into muscle cells through cell surface membranes in an insulin-sensitive [13] and insulin-independent [14] manner. That is, the data obtained by euglycemic hyperinsulinemic clamp procedure during exercise indicates not only IR. Therefore, we used a term "glucose uptake"

instead of "insulin resistance". We used GIR as an index of IR or glucose uptake in this study.

Exercise prescription

We used anaerobic threshold as an index of moderate exercise intensity. To determine the anaerobic threshold, cardiopulmonary exercise testing was

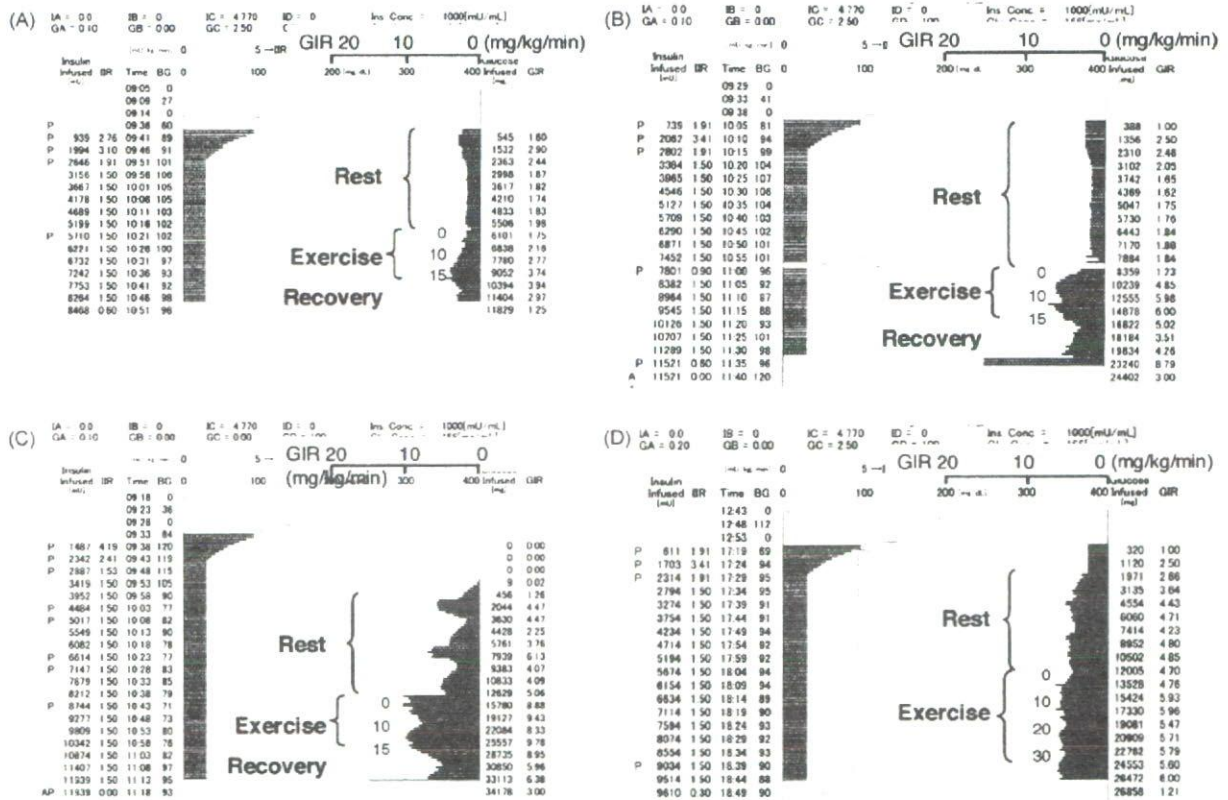


Figure 2 Samples of euglycemic hyperinsulinemic clamp data. A, B, and C are samples of patients. Glucose infusion rate (GIR) showed relatively abrupt increase after starting the exercise. Figure D is a sample of normal subject. Exercise level was anaerobic threshold. Exercise lasts for more than 30 min. Data at the recovery are not shown.

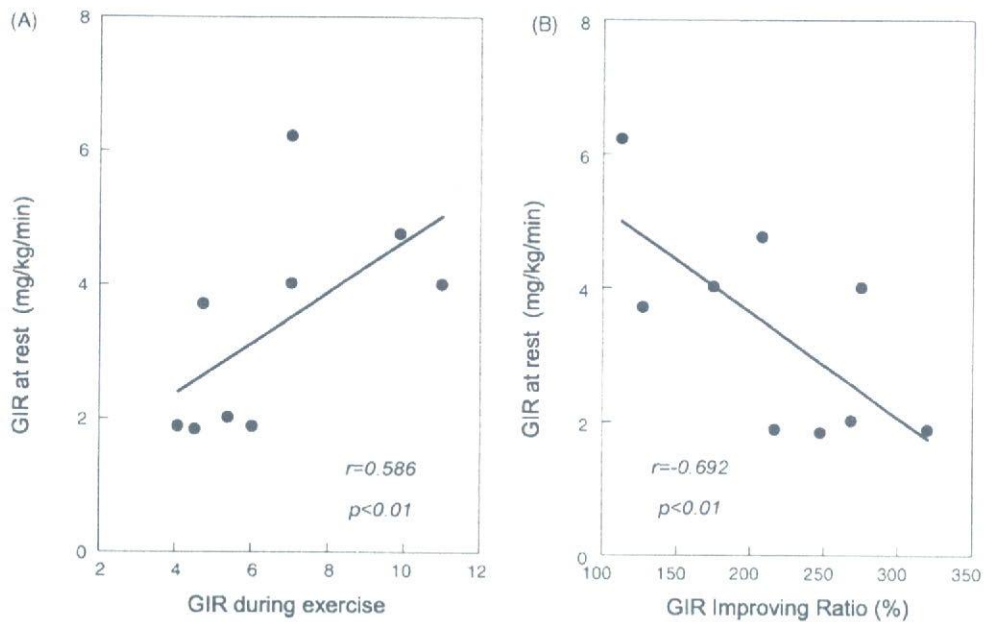


Figure 3 Panel A: relationship between glucose infusion rate (GIR) at rest and during exercise. Panel B: relationship between improving ratio and GIR at rest. GIR improving ratio: GIR during exercise \times 100/GIR at rest.

performed using a ramp protocol. Equipment used included a cycle ergometer (Lode, Groningen, The Netherlands), breath-by-breath gas analyzer (MINATO 300S, Minato Ikagaku, Osaka, Japan), and electrocardiograph recorder (ML6000, Fukuda Denshi, Tokyo, Japan). Anaerobic threshold was determined using the V-slope method [15]. Cardiopulmonary exercise test was performed within 1 week prior to the study.

Ethics

Ethical approval for the study was granted by the Gunma Prefectural Cardiovascular Center Subjects Committee. Written informed consent was given by all subjects.

Statistical analysis

Data are expressed as mean \pm S.D. One way analysis of variance was used to determine the statistical significance and Bonferoni test was used for post hoc analysis. Linear regression analysis was performed to evaluate the relationship between GIR and other parameters. Values of $p < 0.05$ were considered significant.

Results

Average GIR was 3.4 ± 1.6 mg/(kg_{BW} min) at resting stage. This value was a little lower than the normal value.

GIR at rest was positively correlated ($r = 0.586$) with that during exercise (Fig. 3A). Glucose utilization was improved significantly ($p < 0.01$) by 216.7% during exercise (GIR, 6.6 ± 2.4 mg/(kg_{BW} min)) compared with that at rest (3.4 ± 1.6 mg/(kg_{BW} min)) as shown in Fig. 4. However, after cessation of exercise, GIR diminished significantly ($p < 0.05$) to 4.8 ± 1.9 mg/(kg_{BW} min), although this value is still higher ($p < 0.01$) than that at rest.

Enhancement of glucose uptake was greater as glucose uptake at rest was more impaired. Consequently, as shown in Fig. 3B, GIR improving ratio (GIR during exercise \times 100/GIR at rest (%)) was negatively ($r = -0.692$) correlated.

As for the effect of anthropometric parameters on improvement of glucose uptake, it was revealed

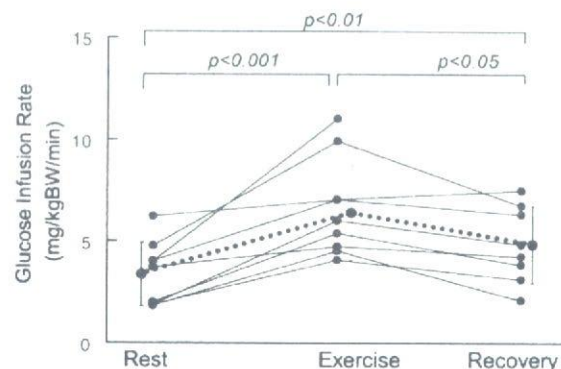


Figure 4 Alteration in glucose infusion rate during exercise and recovery.