

高齢者冠動脈バイパス術後心臓リハビリテーションの検討： 病病連携による心臓リハビリテーションの実際

吉武 勇^{1, 2}, 関野 久邦², 秦 光賢^{1, 2}, 瀬在 明^{1, 2}
新野 哲也^{1, 2}, 志村 一馬^{1, 2}, 南 和友²

【目的】高齢者冠動脈バイパス術後心臓リハビリテーション(CR)の実際および効果につき検討した。【方法】2003年1月～2008年8月における70歳以上の高齢者冠動脈バイパス術後CR症例17例(男性16例, 平均年齢73±3.0歳)を対象とし, 心肺運動負荷試験(CPX), 足関節上腕血圧比(ABI), 上腕一足首脈波伝播速度(baPWV), 脳性ナトリウム利尿ペプチド(brain natriuretic peptide; BNP)値を解析した。【結果】全CR中クリニカル逸脱例は認めなかった。CPX中の最大負荷強度は85.5±19.2 W, 最高酸素摂取量は12.6±2.0 ml/kg/min, 最大負荷時の心拍数, 呼吸数, 分時換気量は安静時の1.40±0.19, 1.43±0.25, 3.52±0.97倍であり運動中の過剰換気が抑制された。ABI(rt./lt.), baPWV(rt./lt.)は1.07±0.12/1.00±0.13, 1735.4±314.7/1705.6±254.8であった。CR前後におけるBNP値(pg/ml)の平均は228.0±217.2, 111.7±132.6であった。【結論】高齢者においても安全なCRが可能であり, 運動耐容能および生活の質(QOL)を改善し早期社会復帰を促進した。

KEY WORDS: cardiac rehabilitation, coronary artery bypass graft, cardiopulmonary exercise test, Peak VO₂, brachial-ankle pulse wave velocity

Yoshitake I, Sekino H, Hata M, Sezai A, Niino T, Shimura K, Minami K: **Cardiac rehabilitation after coronary artery bypass grafting in elderly patient: successful association with cooperated hospital.** J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 146-150

I. 背 景

近年では虚血性心疾患に対する治療成績が向上し高齢者においても積極的な手術療法が選択されているなかで, 心臓リハビリテーション(cardiac rehabilitation; CR)は術後における日常生活活動度(activity of daily living; ADL)および生活の質(quality of life; QOL)を改善し, 早期社会復帰を可能にするうえで非常に重要な役割を担っており, 社会の活性化や医療費削減等その効果は計りきれない。当科では急性期および回復期リハビリテーションプログラムを作成し, 大学病院および関連病院にて医療連携を行いながらそれぞれの病院の特性を生かした独自の方法でCRを行っており, 70歳以上の高齢者における冠動脈バイパス術後CRの実際および効果について分析したので報告する。

II. 方 法

当科において心肺運動負荷試験(cardiopulmonary exercise test; CPX)による解析を開始した2003年1月から2008年8月までの全CR症例171例のうち70歳以上の高齢者における冠動脈バイパス術後症例17例(男性16例, 女性1例, 平均年齢73±3.0歳)を対象とし, 回復期CR終了前に施行したCPXおよび足関節上腕血圧比(ankle brachial pressure index; ABI), 上腕一足首脈波伝播速度(brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV)ならびに手術後および回復期CR終了後に測定した脳性ナトリウム利尿ペプチド(brain natriuretic peptide; BNP)値の推移をそれぞれ解析しCR効果について分析した。なお, 当科におけるCRは日本循環器学会の作成した「心疾患における運動療法に関するガイドライン」¹⁾に基づき行っているが, 早期離床を目的とした急性期CRを大学病院(日本大学医学部附属板橋病院)においてクリニカルパス(図1)を用いて行い, ADL拡大, QOL改善および早期社会復帰を目的とした回復期CRを関連病院(関野病院)において個々の病態に合わせたCRプログラム(図2)を作成し実行している。また, CPXはRamp負荷法にて施行し, 負荷量は基本的に10 W/minに設定し施行した。

¹ 日本大学医学部外科学系心臓血管外科学分野(〒173-8610 東京都板橋区大谷口上町30-1), ² 関野病院心臓血管外科, リハビリテーション科(本論文の要旨は, 第22回日本冠疾患学会学術集会, 2008年12月・東京にて発表した)(2009.5.21 受付, 2010.2.4 受理)

病棟		様		心臓外科術後リハビリテーション連絡表				リハビリ担当:		内線:3970				
STAGE	術後 日数	月日	リハビリ 負荷試験	血圧	脈拍	自覚症状	コメント	移動 安静度	主治医コメント		主治医 コメント	月日	主治医 サイン	
									1回目	2回目				
0		/	長坐位					Bed上	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/		
I		/	臥位					ポータブル		<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/	
			長坐位				胸痛: 有・無							
			短坐位											
			立位後											
立位						トイレ可	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup						
II		/	30~50m			胸痛: 有・無 Borg →		トイレ	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/		
			歩行				洗面可	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup					
III		/	100m			胸痛: 有・無 Borg →		病棟	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/		
			歩行				フリー	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup					
IV		/	200m			胸痛: 有・無 Borg →		院内	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/		
			歩行				フリー	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup					
V		/	500m			胸痛: 有・無 Borg →		院内	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可	<input type="checkbox"/> バス通り継続 <input type="checkbox"/> 安静度upは不可		/		
			歩行				フリー	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> ()日後Stageup					
VI		/	階段 昇降			胸痛: 有・無 Borg →		院内	<input type="checkbox"/> 自主トレーニングへ <input type="checkbox"/> ()日後Stageup	<input type="checkbox"/> 自主トレーニングへ <input type="checkbox"/> ()日後Stageup		/		
			1階分				フリー	<input type="checkbox"/> バス除外						

日本大学板橋病院 リハビリテーション科 2009.2

図1 心臓外科術後急性期CR用クリニカルパス
術後1病日目、人工呼吸器離脱後より急性期CRを開始する。連日負荷試験を行い、血行動態の悪化およびBorg 13以上の自覚症状出現がなければステージアップする。

III. 結 果

術前の背景因子(表1)として高血圧症および糖尿病合併患者を多く認めたが、その他特記すべき所見なく、全CR中クリニカルパス逸脱例およびCR関連合併症は認めなかった。CPX中の最大負荷強度は85.5±19.2 W、最高酸素摂取量は12.6±2.0 ml/kg/minであった。これは推定最高酸素摂取量の82.1±19.0%にあたり、高齢者冠動脈バイパス術後としては十分な運動耐容能であった。最大負荷時の心拍数、呼吸数、分時換気量は126.1±6.6/min、29.3±3.4/min、36.3±7.9l/minであり、それぞれ安静時の1.40±0.19、1.43±0.25、3.52±0.97倍にあたり、負荷増大による過剰換気は認めず効率の良い運動が可能であった。ABI(rt./lt.)、baPWV(rt./lt.)は1.07±0.12/1.00±0.13、1735.4±314.7/1705.6±254.8であった。

CR前後におけるBNP値(pg/ml)は測定可能であった全症例において改善傾向にあり(図3)、その平均値はそれぞれ228.0±217.2、111.7±132.6であった。

IV. 考 察

近年では虚血性心疾患に対する治療成績が向上し、高齢者にも積極的な手術療法が選択されてきているが、高齢者では生理的に運動能力の低下や精神機能の低下が見られることも多く、疾患治療とともに生活機能障害や日常生活活動度(ADL)を改善する必要がある、個人にあわせた運動療法プログラムを作成し、リハビリテーションを行う必要がある。

当科では早期離床を目的とした急性期CRはクリニカルパスを導入することで早期離床・転院を促し、回復期CRは関連病院に転院した後、病態にあわせ低・中・高リスクに分類した運動療法プログラムを作成し、個々の症例に対応している。このことにより特定機能病院、関連病院それぞれの病院の特性を生かした診療が可能であり、非常に効率の良いCRプログラムといえる。実際に回復期CR終了前に実施したCPXのデータでは、最大負荷強度は85.5±19.2 W、最高酸素摂取量は12.6±2.0 ml/kg/minであった。これは推定最高酸素摂取量の82.1±19.0%にあ

心臓手術を受けられた患者様へ

* 関野病院転院後のリハビリテーションプログラムです。

関野病院





氏名 _____ 様 年齢 _____ 歳
 身長 _____ cm 体重 _____ kg BMI _____

転院日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

手術名 _____

手術日 _____ 年 _____ 月 _____ 日

* 入院中の概要を説明したもので、病状によっては異なることがあります。その都度、ご説明いたします。

入院後	入院当日	2日目～	14日目～
リハビリ活動 負荷検査	リハビリの説明 (リスク分類) 100～300m歩行 (6分間歩行)	エルゴメータ  トレッドミル  有酸素運動、筋力トレーニング	心肺運動負荷試験 
安静度	病院内自由	シャワー浴可 リハビリの進行状況を見て外泊可	退院日を相談します
看護・ケア	患者様及びご家族へご説明	毎朝、体重および自己血圧測定をします	
食事		心臓食 (塩分6g未満) 	食事・栄養指導
学習 (病気の理解)		各病気のパンフレット	退院時、栄養や生活指導・服薬
検査	血液検査 心電図 レントゲン	上下肢血圧測定、ホルター心電図、心臓超音波検査、CT、頸動脈エコー	

<目標>

1. 心臓リハビリ中に不整脈や血圧低下が起こらない
2. 心臓リハビリテーションの効果が理解できる
3. 退院時の自己の安全運動レベルが分かる
4. 退院後の日常生活の注意点について知ることができる
5. 自分の病気、薬、食事について理解できる

<検査>

患者様によって検査の種類・頻度が異なります。

- ☆血液検査 術後の炎症反応、貧血、糖尿病の指標(ヘモグロビンA1c)、コレステロール値等をチェックします。
- ☆上下肢血圧測定 手足の血圧を同時に測定します。下肢閉塞性動脈硬化症(足の動脈に狭窄や閉塞がおこる)の有無や動脈硬化の程度がわかります。
- ☆ホルター心電図 24時間心電図を装着することにより、日常生活中における不整脈がわかります。
- ☆心臓超音波検査 心臓の大きさ、動き、血液の流れ等、心臓機能評価を行うことにより、治療の効果を判定します。
- ☆頸動脈エコー 脳に血流を送る首の血管に超音波を当てると、血流の速さや血管壁の肥厚の程度で動脈硬化の程度がわかります。

図2 心臓外科術後回復期 CR 用クリニカルパス

入院時の活動性、病態によりリスク分類を行い、有酸素運動、筋力トレーニングを中心とした回復期 CR を開始。退院前に CPX を施行し、運動処方を作成。これを基に自宅にて非監視型 CR を継続していく。

表1 背景因子

年齢(歳)	73.7±3.0	NYHA class	2.1±0.2
性別(男:女)	16:1	EURO score	7.0±2.3
高血圧	16/17	EF*(%)	65.1±13.4
糖尿病	9/17	術前診断	
脂質代謝異常	6/17	急性心筋梗塞	1例
高尿酸血症	4/17	梗塞後狭心症	5例
喫煙歴	7/17	不安定狭心症	10例
脳梗塞	0/17	安定狭心症	1例
末梢血管疾患	1/17	予定/緊急手術	13/4
慢性腎疾患	0/17	合併手術	2例(AVR)
心房細動	1/17	再手術症例	2例
		バイパス本数	3.3±1.0

* EF: ejection fraction

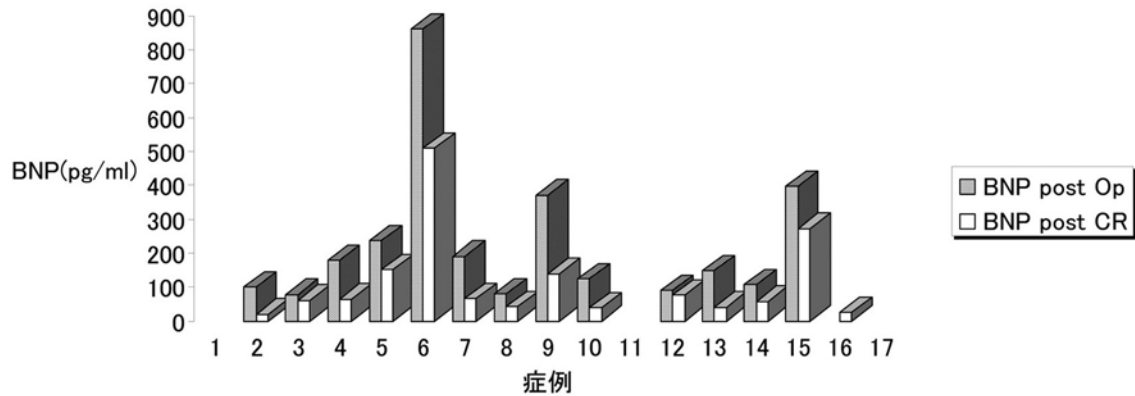


図3 CR前後におけるBNP値
測定可能であった全症例において急性期および回復期CRを施行することによりBNP値が改善傾向にあり、全症例のCR前後における平均BNP値(pg/ml)はそれぞれ 228.0 ± 217.2 、 111.7 ± 132.6 であった。
BNP: brain natriuretic peptide

り、高齢者冠動脈バイパス術後としては十分な運動耐容能が得られ、プログラムからの逸脱例もなく、安全で理にかなった方法であると考えられる。

高齢者においては運動習慣が欠如していることが多く、運動時の過剰換気から運動中の呼吸困難を来しやすく、これが運動耐容能低下の一因に繋がっている。Ramp 負荷試験において、運動強度の増加に従って心拍数は直線的に増加していくのに対し、呼吸数は運動後半になって指数関数的に増加する。この現象は高齢者で運動習慣が欠如している症例ではさらに顕著であり、過剰換気による呼吸困難から運動耐容能が低下する。今回の検討においては運動後半における呼吸数の著しい増加は認めず、その増加率は心拍数と同程度であった。このことから、CRを行っていくことにより過剰換気が改善され、効率の良い運動が可能となり、自覚症状の改善、ADL 拡大、QOL 改善へと繋がっていくものと推察された。

CRは心筋梗塞再発を減少させ、心事故が20~25%改善すると報告されており^{2, 3)}、冠動脈バイパス術後においてもその有効性が報告されている⁴⁻⁶⁾。CRによる心事故予防効果には運動耐容能改善、運動中の過剰換気の改善、冠循環の改善、自律神経の改善、骨格筋などの末梢循環の改善、骨格筋の筋線維の変化、冠危険因子の是正等さまざまな因子が関与しているといわれている^{4, 7-9)}が、冠動脈バイパス術後患者においては特に血管内皮機能の改善が術後グラフト開存率に寄与するものと考えられる。当院では血管内皮機能の指標として有用な内皮依存性血管拡張反応(flow mediated dilatation)の計測を行っていないため、血管機能および動脈硬化の指標としてABI、baPWVを用いたが、年齢別標準値と比べると高い傾向を示しておりCR継続により血管内皮機能を改善させる必要があると考えられた。高齢者においては動脈硬化が進行してお

り、Motobeら¹⁰⁾の報告にあるようなABIが0.95未満の症例におけるbaPWV精度の低下が懸念されたが、実際のABIは左右共に0.95以上であり、現時点での血管機能および動脈硬化の指標として十分評価可能であった。

BNPは心不全の指標として有用であり、心不全の診断、病態把握、予後予測および治療効果の判定として臨床的に広く活用されている。また、最近ではCRの効果を評価するのに有用であるとの報告^{11, 12)}もあり、今回の検討においてもCR前後におけるBNP値を比較検討したが、全症例において改善傾向を認め、CR効果の客観的な指標および目標として有用であることが再確認された。当院においては回復期CR終了後は自宅における非監視型CRを実施しており、外来通院中も継続的にBNPを測定しているが、CR自己継続例においては術後6カ月までは漸減的に減少していくことが確認されており、病態評価および患者指導の指標として非常に有用である。

V. 結 語

当院は関連病院との連携により病院機能に応じた特色のあるCRを行っているが、今回の高齢者冠動脈バイパス術後CRの検討においても有害事象および離脱例はなく、十分な運動耐容能が獲得されたことから、当院におけるCRプログラムは安全で効率の良いプログラムであるといえる。CRによる血管機能の改善については十分な評価ができなかったが、運動耐容能改善、運動中の過剰換気改善、自律神経の改善等は高齢者において重要な要素であり、CRを施行することによりADLおよびQOLが改善されるだけでなく精神的にも安定し、自信をもって退院し早期社会復帰していく姿が観察された。

文 献

- 1) Guidelines for exercise training in patients with heart disease (JCS 2002). *Circ J* 2002; **66** (Suppl IV): 1177–1247 (in Japanese)
- 2) O' Connor GT, Buring JE, Yusuf S, Goldhaber SZ, Olmstead EM, Paffenbarger RS Jr, Hennekens CH: An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 1989; **80**: 234–244
- 3) Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, Rimm AA: Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 1988; **260**: 945–950
- 4) Vanhees L, Fagard R, Thijs L, Amery A: Prognostic value of training-induced change in peak exercise capacity in patients with myocardial infarcts and patients with coronary bypass surgery. *Am J Cardiol* 1995; **76**: 1014–1019
- 5) Nakai Y, Kataoka Y, Bando M, Hiasa Y, Taki H, Harada M, Maeda T, Aihara T: Effects of physical exercise training on cardiac function and graft patency after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; **93**: 65–72
- 6) Takeyama J, Itoh H, Kato M, Koike A, Aoki K, Fu LT, Watanabe H, Nagayama M, Katagiri T: Effects of physical training on the recovery of the autonomic nervous activity during exercise after coronary bypass grafting: effects of physical training after CABG. *Jpn Circ J* 2000; **64**: 809–813
- 7) Vanhees L, Fagard R, Thijs L, Staessen J, Amery A: Prognostic significance of peak exercise capacity in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1994; **23**: 358–363
- 8) Arena R, Myers J, Hsu L, Peberdy MA, Pinkstaff S, Bensimhon D, Chase P, Vicenzi M, Guazzi M: The minute ventilation/carbon dioxide production slope is prognostically superior to the oxygen uptake efficiency slope. *J Card Fail* 2007; **13**: 162–169
- 9) Ades PA, Waldmann ML, Meyer WL, Brown KA, Poehlman ET, Pendlebury WW, Leslie KO, Gray PR, Lew RR, LeWinter MM: Skeletal muscle and cardiovascular adaptations to exercise conditioning in older coronary patients. *Circulation* 1996; **94**: 323–330
- 10) Motobe K, Tomiyama H, Koji Y, Yambe M, Gulinisa Z, Arai T, Ichihashi H, Nagae T, Ishimura S, Yamashina A: Cut-off value of the ankle-brachial pressure index at which the accuracy of brachial-ankle pulse wave velocity measurement is diminished. *Circ J* 2005; **69**: 55–60
- 11) Passino C, Severino S, Poletti R, Piepolo MF, Mammini C, Clerico A, Gabutti A, Nassi G, Emdin M: Aerobic training decreases B-type natriuretic peptide expression and adrenergic activation in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2006; **47**: 1835–1839
- 12) Akashi YJ, Koike A, Omiya K, Osada N, Maeda T, Tajima A, Okikawa K, Aizawa T, Inuma H, Fu LT, Itoh H: Relationship between exercise capacity and brain natriuretic peptide in patients after cardiac surgery. *J Cardiol* 2003; **42**: 67–74 (in Japanese)