

当院における開心術前後の運動耐容能 および筋力の変化に関する検討

杉浦 宏和¹⁾, 真屋 大気¹⁾, 池田 光¹⁾, 小山 昭人¹⁾, 平地 一彦^{1) 2)}

要 旨

当院における開心術前後の運動耐容能および筋力を調査し、その変化を検討した。対象は2014年9月から12月までの間に当院にて待機的に開心術を施行した症例で、その手術前と手術後に運動耐容能と筋力を評価し得た6症例とした。運動耐容能は6分間歩行テストで、筋力は握力および等尺性膝伸展筋力で、手術前 (Pre) と術後心臓リハビリテーション (CR) 施行後で退院直前の時点 (Post) に評価した。

結果、PreとPostを比較すると、6分間歩行距離は 464 ± 92.7 mから 411 ± 109 mに有意に低下した。握力は 31.3 ± 10.9 kgから 27.5 ± 10.5 kgに、等尺性膝伸展筋力は 0.41 ± 0.08 kgf/kgから 0.35 ± 0.08 kgf/kgとそれぞれ有意に低下した。

運動療法室での運動器具を使用した有酸素運動の開始の遅れと、それに伴い実施期間が短縮していること、レジスタンストレーニング (RT) の開始時期や内容が標準化されていないことが要因として考えられた。そのため、術後早期から有酸素運動とRTを併用したCRの検討が必要である。

キーワード：開心術、運動耐容能、筋力

はじめに

心臓リハビリテーション (以下心臓リハビリ) は、身体的および精神的デコンディショニングの是正と早期社会復帰、冠危険因子の是正と二次予防、生活の質 (Quality of life : 以下QOL) の向上を目的として、虚血性心疾患、心不全、開心術後の心疾患などを対象として行われている¹⁻³⁾。

開心術後患者には術前からの狭心症状や心不全による易疲労感によりデコンディショニングが生じている。さらに、開心術後の過剰な安静臥床はデコンディショニングに加え、各種合併症の発症を助長する。そのため、開心術後の急性期心臓リハビリでは、循環動態の安定化と並行して離床を進め、早期に術前の身体機能の再獲得を目指すこ

とが重要である⁴⁾。

近年、手術の低侵襲化に加えて心筋保護液や術後管理の進歩などから、手術当日に人工呼吸器を離脱し、手術後1日目から立位および歩行を開始し、早期退院を目指すプログラムが広く採用されるようになってきている^{5) 6)}。当院でも開心術後1日目から多職種が介入し立位および歩行を開始する心臓リハビリを実施している。一方で、DPC制度のもと、在院日数の短縮が望まれるなか、短い入院期間で手術前の身体機能まで回復が図れているか詳細な検討はできていない。そこで、本研究では開心術前後の運動耐容能および筋力を評価し、その変化を検討することを目的とした。

1) 市立札幌病院 リハビリテーション科

2) 同 整形外科

対象および方法

1. 対象

2014年9月から12月までの間に当院にて待機的に開心術を施行した症例で、その手術前と手術後に身体機能を評価し得た6症例とした。内訳は男性5例、女性1例、平均年齢 64.3 ± 14.1 歳であった。基礎疾患および手術は、狭心症に対する心拍動下冠動脈バイパス術3例、心房中隔欠損症に対する心房中隔パッチ閉鎖術1例、僧帽弁閉鎖不全症に対する僧帽弁置換術1例、大動脈弁狭窄症に対する大動脈弁置換術1例であった(表1)。

表1. 対象症例の属性

	n数, mean±SD
男/女	5/1
年齢(歳)	64.3±14.1
BMI(kg/m ²)	25.7±8.1
LVEF(%)	62.0±15.3
手術(例)	OPCAB:3/ASD閉鎖術:1/MVR:1/AVR:1

BMI: body mass index, LVEF: 左室駆出率, OPCAB: 心拍動下冠動脈バイパス術, ASD: 心房中隔欠損症, MVR: 僧帽弁置換術, AVR: 大動脈弁置換術

表2. 運動負荷試験の禁忌

絶対禁忌	<ol style="list-style-type: none"> 2日以内の急性心筋梗塞 内科治療により安定していない不安定狭心症 自覚症状または血行動態異常の原因となるコントロール不良の不整脈 症候性の高度大動脈弁狭窄症 コントロール不良の症候性心不全 急性の肺塞栓または肺梗塞 急性の心筋炎または心膜炎 急性大動脈解離 意思疎通の行えない精神疾患
相対禁忌	<ol style="list-style-type: none"> 左冠動脈主幹部の狭窄 中等度の狭窄性弁膜症 電解質異常 重症高血圧 頻脈性不整脈または徐脈性不整脈 肥大型心筋症またはその他の流出路狭窄 運動負荷が十分行えないような精神的または身体的障害 高度房室ブロック

表3. 運動負荷試験の中止基準

1. 症状	狭心痛, 呼吸困難, 失神, めまい, ふらつき, 下肢疼痛(跛行)
2. 兆候	チアノーゼ, 顔面蒼白, 冷汗, 運動失調
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(225mmHg以上)
4. 心電図	明らかな虚血性ST-T変化, 調律異常(著明な頻脈ないし徐脈, 心室性頻拍, 頻発する不整脈, 心房細動, RonT, 心室性期外収縮など), II~III度の房室ブロック

2. 方法

手術前と術後心臓リハビリ施行後で退院直前の時点における患者背景因子ならびに身体機能の変化を比較検討した。身体機能の指標として6分間歩行テスト(6-minute walk test: 以下6MWT)、握力および等尺性膝伸展筋力を測定した。さらに、術後から運動療法室での心臓リハビリに移行するまでの日数を調査した。なお、時期の違いにより、手術前をPre、術後心臓リハビリ施行後で退院直前の時点をPostと表記した。

運動負荷試験の実施にあたり、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⁴⁾における運動負荷試験の禁忌(表2)および運動負荷試験の中止基準(表3)を遵守し安全に配慮した。

3. 6分間歩行テスト(6MWT)

6MWTは、1985年、Guyattらによって慢性心不全患者の運動耐容能評価法として提唱され、平坦な廊下を6分間でできるだけ速く往復歩行し、6分間の歩行距離(6-minute walk distance: 以下6MD)から運動耐容能を評価する運動負荷試験の一種である⁷⁾。呼気ガス分析装置を併用した心肺運動負荷試験(Cardiopulmonary exercise test: 以下CPX)によって得られる最高酸素摂取量(以下peak VO₂)は現時点では最も信頼しうる運動耐容能指標とされているが、CPXにおけるpeak VO₂と6MDは有意な相関関係が認められており、運動耐容能評価指標として有用であると報告されている^{8) 9)}。

今回は80mの平坦で歩きやすい廊下を歩行コースとして用い、米国胸部疾患学会のガイドライン¹⁰⁾に示されている検査方法に準じて測定した。

4. 握力

握力は、デジタル握力計(TKK社製、GRIP-D)を用い、座位での上肢下垂位、前腕中間位にて測定した。左右各2回ずつ測定し、左右それぞれの最大値を平均して解析値(kg)とした。

5. 等尺性膝伸展筋力

等尺性膝伸展筋力は、Hand Held Dynamometer(酒井医療社製、EG-220)を用い、平澤ら¹¹⁾の測定方法に準じて測定した。椅子座位

にて膝関節90度屈曲位にて保持し、バルサルバ効果を避けるように注意しながら約3秒間の最大膝伸展筋力を測定した。左右各2回ずつ測定し、最大値を下肢筋力として採用し、左右の平均値(kgf)を体重で除した値を解析値(kgf/kg)とした。

6. 術後心臓リハビリプログラム

当科の心臓リハビリクリニカルパス(以下パス)に準じて、手術後1日目より立位および歩行練習を開始し、ドレーンや体外式ペースメーカーが全て抜去された時点で運動療法室での心臓リハビリへ移行するプログラムを採用した(表4)。なお、術後心臓リハビリの開始や進行基準に関しては、日本循環器学会のガイドライン⁴⁾を遵守しながら実施した。

7. 統計学的解析方法

統計学的解析には、 χ^2 検定とWilcoxon符号付順位検定を用い、有意水準は5%未満とした。

結 果

Postにおける各指標の調査および測定は、術後平均16.8±3.7日で行った。

表5に患者背景因子の比較を示す。PreとPostにおける各指標の変化には有意差を認めなかった。

図1に手術前後での運動耐容能の変化を示す。6MDはPreの464±92.7mからPostには411±109mに有意に低下した(p<0.05)。図2に手術前後での筋力の変化を示す。握力はPreの31.3±10.9kgからPostには27.5±10.5kgに、下肢筋力はPreの0.41±0.08kgf/kgからPostには0.35±0.08kgf/kgとそれぞれ有意に低下した(各々p<0.05)。

術後から運動療法室での心臓リハビリ開始までの日数は平均9.8±4.2日要しており、運動療法室での心臓リハビリ実施日数は平均7.0±3.7日間であった。

表4. 心臓リハビリクリニカルパス

経過	手術前	手術日	術後1日	術後2日	術後3-6日	術後7日	術後8-21日
場所	病棟(ベッドサイド)					リハ室	
達成目標	早期離床・合併症の理解		50m歩行	100m歩行	200m歩行	リハ室での運動療法へ移行	階段昇降 退院時指導の理解
リハビリ	呼吸方法指導 (深呼吸、腹式呼吸、咳嗽) 早期離床指導 術前評価	呼吸リハ	→	→	→	終了	→
		病棟歩行	→	→	→	有酸素運動 (自転車エルゴメーター、歩行)	→
		起居動作練習	→	→	→	終了	→
処置					ドレーン・ベージングワイヤー抜去	抜糸	

表5. 患者背景因子の比較

	Pre	Post	p value
sCr (mg/dl)	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.2	ns
eGFR (ml/min/1.73m ²)	65.6 ± 14.5	61.9 ± 16.3	ns
Hg (g/dl)	12.2 ± 2.5	11.4 ± 1.0	ns
TP (mg/dl)	6.8 ± 0.4	6.3 ± 0.4	ns

sCr: 血清クレアチニン, eGFR: 推定糸球体濾過量, Hg: 血清ヘモグロビン, TP: 総蛋白, ns: not significant

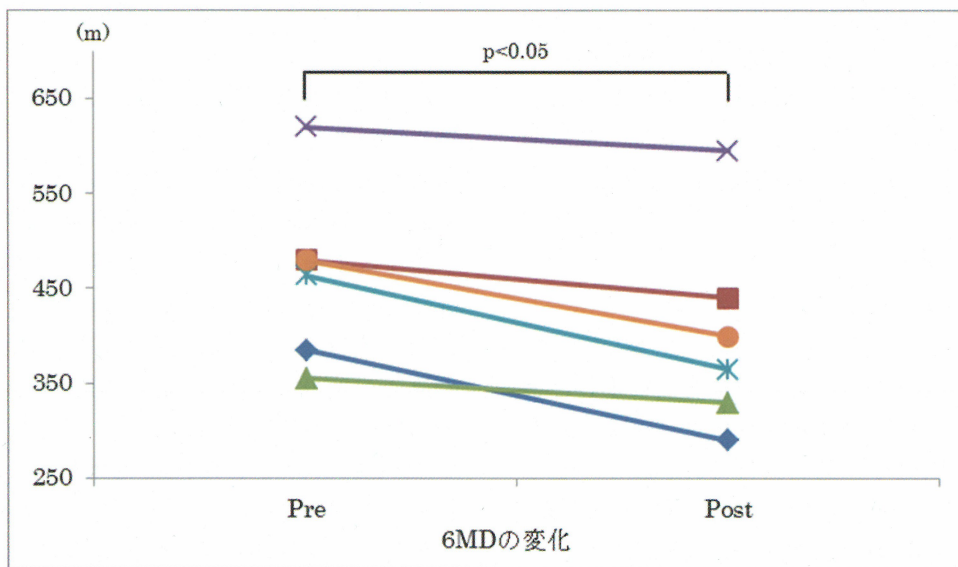


図1. 手術前後の運動耐容能の変化

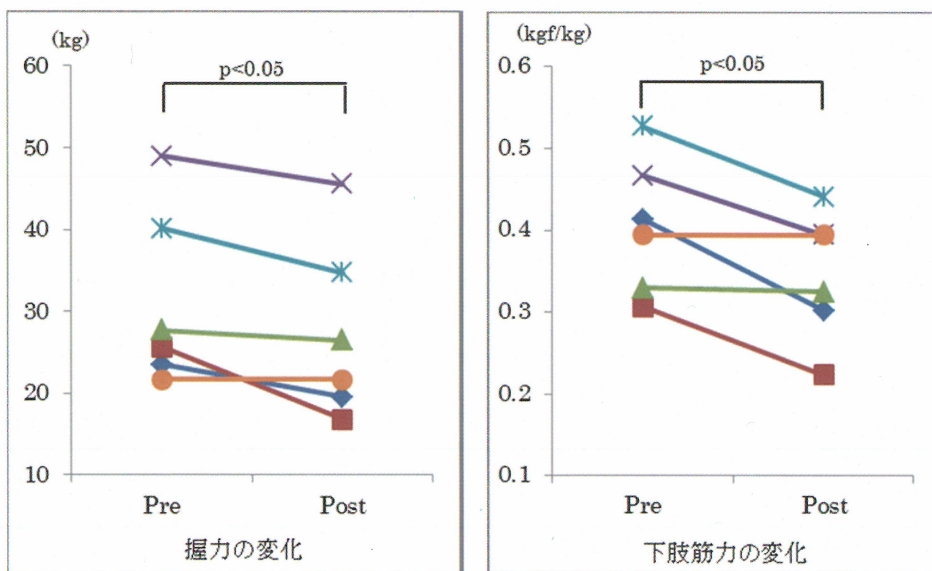


図2. 手術前後の筋力の変化

考 察

開心術後の心臓リハビリは、可及的早期から離床を速やかに進め、臥床に伴う各種合併症を最小限に防ぎ、早期にADLを再獲得して早期退院および早期社会復帰につなげることが目標の一つとなる¹²⁾。しかし、術後早期の運動耐容能および筋力は、術後の安静によるデコンディショニングや

開心術に伴う心機能や呼吸機能の低下により一時的に低下することが報告されており^{13) 14)}、近年、DPC制度の導入など入院期間の短縮傾向があるなかで速やかに身体機能の回復を図ることは、心臓リハビリの重要な役割である。

今回の検討では、運動耐容能の指標である6MDは手術前と比較し手術後で低下していた。佐藤らは、術後約2週間で運動耐容能が回復する

と報告している¹⁵⁾。術後安静期間とそれによる peak VO₂量の変化には有意な負の相関があるとされているが¹⁶⁾、今回の対象症例は全例術後1日目から50~100m程度の歩行練習を開始できており、術後のデコンディショニングや合併症は最小限にとどめられたと考えられる。一方で、術後から運動療法室での自転車エルゴメーターなどの運動器具を使用した有酸素運動の開始までには、平均9.8日を要しており、その実施日数は平均7.0日間であった。日本循環器学会のガイドライン⁴⁾では、合併症のない場合はできるだけ早い時期から運動療法を開始することを推奨しており、術後3~7日目から運動器具を使用した有酸素運動を主体とした運動療法を開始する施設もある。当院では、ドレーンや体外式ペースメーカーが抜去されるまでは、安全面への配慮から実施場所は病棟とし、ステップアップ基準⁴⁾(表6)を指標に段階的に歩行距離を延長していく歩行練習中心のプログラムにとどめている。しかし、自転車エルゴメーターやトレッドミルを用いた有酸素運動と比べると、運動中の心電図や血圧をモニタリングし難く、細かな運動強度の調整や、強度を一定に保ちにくいといった難点もある¹⁹⁾。そのため、運動療法室での運動器具を使用した適切な負荷での有酸素運動の開始の遅れと、それに伴う実施期間の短縮が運動耐容能回復を遅延させる要因として考えられた。今回の結果から、ドレーンや体外式ペースメーカー挿入例でも早期に有酸素運動を主体とした運動療法へ移行できるような病棟リハビリ室の設置などの環境整備とプログラムの工夫が必要と考えられた。

筋力の指標である握力と等尺性膝伸展筋力はともに手術前と比較し手術後で低下していた。近年、心疾患患者へのレジスタンストレーニング(resistance training: 以下RT)の効果および安全性が報告され、心臓リハビリプログラムでも重要な構成要素となっている^{17) 18)}。米国心肺リハビリテーション学会のガイドライン²⁰⁾では、RTの導入時期は、心臓血管外科手術後、最低でも5週間を経過していることが目安とされている。しかし、ここでいうRTとは、最大1回反復筋力(1 repetition maximum: 以下1RM)の50%以上で行う運動を意味しており、身体コンディショニング目的で術後早期から低強度のRTを開始することは、高齢者や低体力者にとっては有効とされている。Daubらは、心疾患患者を対象に低~中等度の強度(1RMの20、40%)でのRTの安全性と効果について調査した結果、収縮期血圧と心拍数の積で示されるrate pressure product(以下RPP)は、有酸素運動よりもRTの方が低く、さらに、運動中の合併症の発生例も少なかったと報告している²¹⁾。また、齊藤らは、待機的に開心術を施行した65歳未満の若年者を対象に手術前後での下肢筋力を経時的に評価した結果、術後約2週間で下肢筋力は回復すると報告している¹⁴⁾。当院ではRTに関してはパスに明記しておらず、その開始時期や内容は標準化されていない。バルサルバを避けRPP上昇を抑えることや胸骨切開に対して上肢に過大な負荷がかからない方法を工夫するなどして、早期からRTを併用した心臓リハビリが提供できるような検討も必要である。

表6. ステップアップ基準

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 胸痛, 強い息切れ, 強い疲労感 (Borg指数<13), めまい, ふらつき, 下肢痛がない 2. 他覚的にチアノーゼ, 顔面蒼白, 冷汗が認められない 3. 頻呼吸 (30回/分以上) を認めない 4. 運動による不整脈の増加や心房細動へのリズム変化がない 5. 運動による虚血性心電図変化がない 6. 運動による過度の血圧変化がない 7. 運動で心拍数が30bpm以上増加しない 8. 運動により酸素飽和度が90%以下に低下しない |
|---|

本研究の限界

今回の検討では、症例数が6例と少なく、平均年齢が64.3歳と比較的若かったため、近年増加している高齢心疾患患者でも同様の結果が得られるかは断定できない。また、高齢者では貧血や低栄養状態に陥りやすく、術後の回復を遷延させることも示唆されているため、今後は症例数を増やして検討していく必要がある。

まとめ

- ・当院における開心術前後における運動耐容能および筋力の変化を検討した。
- ・運動耐容能の指標として6分間歩行テストを、筋力の指標として握力および等尺性膝伸展筋力を測定した。
- ・手術前と比較し、術後心臓リハビリ施行後で退院直前の時点では、運動耐容能および筋力は低下していた。
- ・術後早期から有酸素運動を主体とした運動療法へ移行できるような病棟リハビリ室の設置などの環境整備とプログラムの工夫、術後早期からレジスタンストレーニングの併用が必要と考えられた。

参考文献

- 1) 久繁哲徳：心臓リハビリテーションの医療経済：エビデンスと最近の動向。モダンフィジシャン 24(4)：444-7, 2004.
- 2) AHCPR/NIHLB：“Clinical practice guideline 心臓リハビリテーション” 日本心臓リハビリテーション学会 監修。4-6, 1998.
- 3) 後藤葉一：心臓リハビリテーション：最近の動向と将来の展望。モダンフィジシャン 24(4)：417-20, 2004.
- 4) 循環器病の治療に関するガイドライン（2011年度合同研究班報告）：心血管疾患におけるリハビリテーションガイドライン（2012年改訂版）。
- 5) Bojar RM. Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery (fifth edition). Wiley-Blackwell 2011.
- 6) Yanatori M, Tomita S, Miura Y, et al. Feasibility of the fast-track recovery program after cardiac surgery in Japan. Gen Thorac Cardiovasc Surg 55：445-9, 2007.
- 7) Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et al：The 6-minute walk；a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. Can Med Assoc J 132：919-23, 1985.
- 8) Opasich C, Pinna GD, Mazza A, et al：Six-minute walking performance in patients with moderate-to-severe heart failure；Is it a useful indicator in clinical practice? Eur Heart J 22：488-96, 2001.
- 9) Forman DE, Fleg JL, Kitzman DW, et al：6-min walk test provides prognostic utility comparable to cardiopulmonary exercise testing in ambulatory outpatients with systolic heart failure. J Am Coll Cardiol 60：2653-61, 2012.
- 10) ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories：ATS statement：guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 166：111-7, 2002.
- 11) 平澤有里, 長谷川輝美・他：健常者の等尺性膝伸展筋力。PTジャーナル 38：239-333, 2004.
- 12) 本多祐, 向原伸彦・他：開心術後の早期心臓リハビリテーションの有用性。日本心臓血管外科学会雑誌 38(5)：314-8, 2009.
- 13) 佐藤滋, 鎌田純也, 上嶋健治・他：心臓外科手術前後の安静時および運動時の呼吸応答に関する検討。循環器科 44：469-72, 1998.
- 14) 齊藤花織, 荒川直志, 上嶋健治・他：高齢者における心臓外科手術前後の運動耐容能の変化。理学療法学 28(7)：320-4, 2001.
- 15) 佐藤滋, 鎌田純也, 上嶋健治・他：冠動脈バイパス術前後の運動耐容能の変化に関する検討。理学療法学 26(6)：449-53, 1999.
- 16) Convertino VA：Exercise responses after inactivity. In：Inactivity；Physiological Effects. Academic Press New York：149-91, 1986.
- 17) アメリカスポーツ医学会, 編；日本体力医学

- 会体力科学編集委員会, 監訳. 運動処方指針—運動負荷試験と運動プログラム, 原著第7版. 東京: 南江堂; 2006.
- 18) 山田純生, 清水優子: 心疾患患者に対するレジスタンストレーニングの有効性, 実施方法, 注意点. *Heart View* 12: 565-9, 2008.
- 19) 日本心臓リハビリテーション学会, 編; 心臓リハビリテーション必携: 226, 2011.
- 20) Williams, M.A. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs. AACVPR (American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation) (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics. 2004.
- 21) Daub, W.D., G.P.Knapik, and W.R. Black. Strength training early after myocardial infarction. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 16: 100-108, 1996.

Study on cardiac surgery changes in exercise tolerance and muscle strength before and after in our hospital

Hirokazu Sugiura¹⁾, Daiki Maya¹⁾, Hikaru Ikeda¹⁾, Akito Koyama¹⁾, Kazuhiko Hirachi^{1) 2)}

1) *Department of Rehabilitation, Sapporo City General Hospital*

2) *Department of Orthopedics, Sapporo City General Hospital*

Summary

We investigated the change in exercise tolerance and muscle strength of cardiac surgery patients before and after surgery in our hospital. The subjects underwent elective cardiac surgery at our hospital from September to December 2014. There were 6 cases which we were able to fully evaluate. For exercise tolerance we measured walking distance for 6 minutes, and for muscle strength we recorded grip strength and isometric knee extension strength. Subjects were evaluated prior to surgery (Pre) and during postoperative cardiac rehabilitation (CR) just before discharge (Post).

The results, comparing the Pre and Post walking distance for 6 minutes was significantly reduced to $411 \pm 109\text{m}$ from $464 \pm 92.7\text{m}$. Grip strength was reduced from $31.3 \pm 10.9\text{kg}$ to $27.5 \pm 10.5\text{kg}$, while isometric knee extension strength was significantly reduced from $0.41 \pm 0.08\text{kgf/kg}$ to $0.35 \pm 0.08\text{kgf/kg}$.

By delaying the onset of aerobic exercise, using the exercise equipment in the exercise therapy room, it is considered that the implementation period was shortened. It is also a factor that the start time and the content of the resistance training (RT) had not been standardized. Therefore, it is necessary to consider a CR which combines with aerobic exercise and RT from early postoperative.

Keywords : cardiac surgery, exercise tolerance, muscle strength