

開心術前後における身体組成変動

松尾 善美¹⁾, 河村 知範^{2), 3)}, 西村 真人²⁾, 大久保祐介²⁾,
古田 宏²⁾, 頓田 央⁴⁾, 東上 震一⁴⁾

Body composition during perioperative phase of open-heart surgery

Yoshimi Matsuo, Tomonori Kawamura, Masato Nishimura, Yusuke Okubo,
Hiroshi Furuta, Hisashi Tonda, Shinichi Higashiue

Abstract

Lean body mass decreases after a major operation such as open-heart surgery, which leads to postoperative complications, as a drastic loss of muscle mass is related to infections and longer hospital stays. The purpose of this study was to examine changes in lean body mass and muscle mass including body composition the perioperative phase until discharge in patients undergoing open-heart surgery.

Body fluids, fat and lean body mass in 17 patients were determined before and 1 week after surgery, and at discharge using bioelectrical impedance analysis. In addition, the levels of hemoglobin, albumin, and C-reactive protein in blood were measured. Cardiac rehabilitation consisted of early mobilization and aerobic bicycle exercise was subsequently performed after confirmation of independent walking for 200 meters. Early mobilization after surgery was assisted by physical therapists experienced in cases of cardiovascular surgery.

Early mobilization required no more than 3 delayed days and no major complications until discharge in any of the patients. Weight and body mass index were significantly lower at discharge than before and 1 week after surgery, while lean body mass, muscle mass, total body water, intracellular fluid, body protein, and body cell mass values were significantly lower at discharge than before surgery.

The changes in body composition seen after cardiac surgery until discharge indicated continuous catabolic reactions in our patients and some cytokines have been suggested to influence this phenomenon. After receiving open-heart surgery, it is important for patients to receive nutritional therapy and begin resistance exercise as soon as possible. Aerobic exercise should produce muscle protein synthesis and increase muscle mass under adequate nutritional support including specific amino acid supplements. Our findings indicate that muscle mass and nutritional status should be monitored after discharge and followed consistently in patients after open-heart surgery.

キーワード：開心術，身体組成，周術期

key word : open-heart surgery, body composition, perioperative phase

-
- | | |
|--|--|
| 1) 武庫川女子大学 健康運動科学研究所
〒663-8558 西宮市池開町6-46 | <i>Mukogawa Women's University Institute for Health and Exercise Science,
6-46 Ikebiraki-cho, Nishinomiya, 663-8558, Japan</i> |
| 2) 岸和田徳洲会病院 リハビリテーション科 | <i>Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Kishiwada Tokushukai Hospital</i> |
| 3) 神戸学院大学大学院 総合リハビリテーション学研究科 | <i>Graduate School of Rehabilitation, Kobe Gakuin University</i> |
| 4) 岸和田徳洲会病院 心臓血管外科 | <i>Department of Cardiovascular Surgery, Kishiwada Tokushukai Hospital</i> |

I. 緒 言

本邦における心臓大血管の手術数は、2002年に年間50,000症例を越え、以降漸増傾向にある。その中で、虚血性疾患と弁膜症が多数を占めており、日本胸部外科学会による学術調査によると単独および初回待機的冠動脈バイパス術は2009年に年間13,803件、単独大動脈弁手術は7,511件、単独僧帽弁手術は4,135件となっている¹。また、高齢化社会を反映して80歳以上の手術症例も増加傾向にある。

各種手術後の身体組成は変化し、除脂肪体重は減少する²⁻⁵。骨格筋量の顕著な減少は、感染や長期の入院と関連している^{6,7}。心臓血管外科などの大手術後に除脂肪体重が減少し、とくに骨格筋量の顕著な減少は術後合併症と関連しており^{6,8}、術前の日常生活レベルに戻るのに支障となっている^{9,10}。

急性心筋梗塞や冠動脈バイパス術後の回復期や維持期における身体組成に関する国内の研究は散見される¹¹⁻¹⁵。これまでの開心術後の報告では、術後の心臓リハビリテーションである第2相ないし第3相での報告であり、手術直後の急性期である第1相を含む術前から退院までの身体組成について調査した研究は我々が調べた限り見当たらない。そこで、心臓血管外科手術前後の身体組成を測定し、退院までの身体組成の変化について調査することを目的として本研究を実施した。

II. 方 法

A. 対象者

対象は、2010年11月より2011年1月に医療法人徳洲会岸和田徳洲会病院心臓血管外科で冠動脈バイパス術ないし弁置換術である待機的開心術を行い、同様の術後管理を受け、研究の了承を得た患者17名(70.1±11.2歳、39-86歳、男性10名・女性7名)である。診断名の内訳は、狭心症10名、大動脈弁狭窄症2名、大動脈弁狭窄閉鎖不全症2名、大動脈閉鎖不全症1名、連弁膜症1名、狭心症・僧帽弁閉鎖不全症1名であった。なお、人工透析患者を受けている患者、運動器合併症を有す患者、術後200m歩行が不可能であった患者、金属製インプラント埋込患者、ペースメーカー装着患者は除外した。

B. 研究方法

手術後の離床では、手術翌日である第1病日に30m歩行を開始、第4病日には200m歩行を実施、第5病日以降には、回復期運動療法および退院に向けての患者教育を行い、手術後2週以降に退院となるプログラムを経験のある心臓血管外科専任の理学療法士が実施した。なお、通常診療通り、医師に相談しながら、患者の状態に応じてプログラムを運用した。

術前後の経口摂取カロリー量と摂取例を図1に示す。なお、栄養摂取は主治医による通常診療でのオーダーに基づいた。手術日を除く経口摂取カロリーは、入院から手術日までは1,625±161kcal、第1から第2病日は1,200±0 kcal、第3病日は1,625±161kcalであった。

研究方法は、手術2-3日前(以下、術前)、術後1週での胸腔ドレーン・尿管バルーン抜去後(以下、術後)、退院前である術後2週(以下、退院前)に体重測定、生体インピーダンス法によるInBodyS20(Biospace社製, Seoul)を用いた身体成分分析測定を夕食前にかつ排泄後、運動前に安静臥床5分間経過後に仰臥位で実施した。測定項目は、体脂肪量、除脂肪量、骨格筋量、体水分量(以下、TBW; total body water)、細胞内水分量、蛋白質量、体細胞量、部位別体水分量、部位別細胞外水分量/体水分量(以下、ECW; extra cellular water/TBW)であった。また、血液検査結果より術前、術後、退院前のヘモグロビン量(以下、Hb)、血清アルブミ

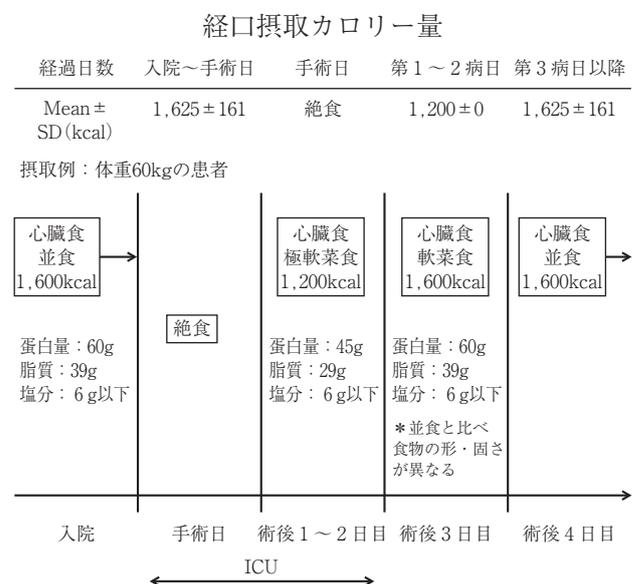


図1 経口摂取カロリー(上)と摂取例(下)

ン値（以下、Alb）、C反応性蛋白（以下、CRP）を用いた。

また、本研究は通常診療行為でかつ観察研究であるため、ヘルシンキ宣言によるヒトを対象とする医学研究の倫理的原則および厚生労働省の臨床研究に関する倫理指針に従った。被験者には本研究の目的と内容を口頭および書面にて十分に説明し、同意の署名を得た後に実施した。

C. 統計解析

統計解析には、IBM SPSS Statsics19（日本アイ・ビー・エム（株）、東京）を用い、体重、BMI、血液データ、身体成分の比較には反復測定一元配置分散分析および多重比較、Friedman検定、Bonferoniの不等式による有意水準を補正したWilcoxonの符号付順位検定を行った。有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

患者背景を表1に示す。標準プログラムにおける術後200m歩行獲得は200m歩行獲得に要した日数は2-6日で3日以上遅延した患者はいなかった。また、創部感染以外の術後合併症の発症は発生しなかった。

体重は、術前、術後、退院前が62.0 [48.1-67.5] kg, 60.7 [50.1-65.9] kg, 58.3 [48.5-64.9] kg（中央値 [25%タイル値-75%タイル値]）、BMIは、22.8 [22.4-24.9], 23.2 [22.0-24.9], 22.5 [21.5-24.3] であり、術前および術後より退院前に有意に低値であった ($p < 0.01$)（表2）。また、BMI25以上は術前、術後、退院前が3名、4名、4名であり、18.5未満はすべて0名であった。

Hbは術前、術後、退院前が12.6 ± 2.0g/dl, 11.0 ± 1.5g/dl, 11.0 ± 0.9g/dl（平均 ± 標準偏差）、Albは3.9 ± 0.4g/dl, 3.3 ± 0.4g/dl, 3.3 ± 0.3g/dl, CRPは0.62 [0.04-0.37] mg/dl, 2.97 [1.41-5.04] mg/dl, 1.12 [0.90-1.87] mg/dlであった。Hb, Albは術前に比して術後、退院前に有意に低値であった ($p < 0.05$, $p < 0.001$)。CRPは術前より術後、退院前に有意に高く ($p < 0.05$)、術後より退院前に有意に低かった ($p < 0.05$)（表2）。また、輸血を必要とするHb 7g/dl以下は術前、術後、退院前がすべて0名、低アルブミン血症であるAlb 3.5g/dl以下は4人、14人、12人であり、重度の炎症が疑われ

るCRP 5mg/dl以上は0名、4名、1名であった。

身体成分分析測定の結果は、術前、術後、退院前が体脂肪量で18.5 ± 9.5kg, 18.3 ± 9.4kg, 18.0 ± 9.2kg, 除脂肪量は42.6 ± 10.1kg, 42.2 ± 10.5kg, 41.2 ± 10.4kg, 骨格筋量は24.0 [16.2-26.4] kg, 23.9 [16.6-26.3] kg, 23.8 [16.0-26.1] kg, 体水分量は31.4 ± 7.5L, 31.3 ± 7.8L, 29.9 ± 8.9L, 細胞内水分量は20.2 [13.9-21.8] L, 19.9 [14.3-21.7] L, 19.8 [13.8-21.4] L, 蛋白質量は8.3 ± 2.0kg, 8.1 ± 2.1kg, 7.9 ± 2.1kg, 体細胞量は28.9 [19.9-1.2] kg, 28.5 [20.4-31.1] kg, 28.3 [19.8-30.9] kgであった。体脂肪量には有意差がなかったが、除脂肪量、骨格筋量、体水分量、細胞内水分量、蛋白質量、体細胞量は術前に比して退院前に有意に低値であった ($p = 0.001$ - $p < 0.05$)（表3）。

部位別水分量の結果において、術前、術後、退院前の体水分量は右上肢で1.93 [1.21-2.05] L, 1.84 [1.16-2.21] L, 1.80 [1.05-2.01] L, 体幹は16.4 [11.4-17.1] L, 15.9 [11.8-17.9] L, 15.9 [11.1-16.8] であり、術前より術後、退院前に有意に低値であった ($p < 0.05$)。ECW/TBWは、術前、術後、退院前の左上肢で0.387 [0.384-0.389], 0.390 [0.386

表1 患者背景

年齢（歳）	70.1 ± 11.2 (39-86)
性別（名）	男性10/女性7
NYHA分類（名）	I5/II3/III9/IV0
高血圧症（名）	10
糖尿病（名）	6
脂質異常症（名）	7
陳旧性脳梗塞（名）	2
陳旧性心筋梗塞（名）	1
左室駆出率（%）	59.4 ± 13.7
心胸比（%）	53.3 ± 5.9
HbA1c（%）	5.7 ± 0.9
空腹時血糖（mg/dL）	117.9 ± 40.9
総コレステロール（mg/dL）	172.4 ± 24.1
中性脂肪（mg/dL）	109.8 ± 41.6
HDL（mg/dL）	43.5 ± 14.7
LDL（mg/dL）	99.9 ± 16.0
アルブミン（g/dL）	4.0 ± 0.4
クレアチニン（mg/dL）	0.9 ± 0.4
糸球体濾過量（mL/min）	59.8 ± 12.8
尿素窒素（mg/dL）	18.3 ± 6.8

NYHA; New York Heart Association

表2 体重, BMI, 左室駆出率, 血液データの結果

	術前	術後	退院前	p
体重 (kg)	62.0 [48.1-67.5]	60.7 [50.1-65.9]	58.3 [48.5-64.9]	<0.01 ^{*,**}
BMI	22.8 [22.4-24.9]	23.2 [22.0-24.9]	22.5 [21.5-24.3]	<0.01 ^{*,**}
左室駆出率 (%)	58.9±13.7	56.6±10.2	-	n.s.
ヘモグロビン値 (g/dl)	12.6±2.0	11.0±1.5	11.0±0.9	<0.05 ^{*,**}
血清アルブミン値 (g/dl)	3.9±0.4	3.3±0.4	3.3±0.3	<0.001 ^{*,**}
C反応性蛋白 (mg/dl)	0.62 [0.04-0.37]	2.97 [1.41-5.04]	1.12 [0.90-1.87]	<0.05 ^{*,**,#}

中央値 [25%タイル値-75%タイル値]

平均±標準偏差

*術前vs術後, **術後vs退院前, #術後vs退院前

表3 身体組成分析結果

	術前	術後	退院前	p
体脂肪量 (kg)	18.5±9.5	18.3±9.4	18.0±9.2	n.s.
除脂肪量 (kg)	42.6±10.1	42.2±10.5	41.2±10.4	<0.05 [*]
骨格筋量 (kg)	24.0 [16.2-26.4]	23.9 [16.6-26.3]	23.8 [16.0-26.1]	0.002 [*]
体水分量 (L)	31.4±7.5	31.3±7.8	29.9±8.9	<0.05 [*]
細胞内水分量 (L)	20.2 [13.9-21.8]	19.9 [14.3-21.7]	19.8 [13.8-21.4]	0.001 [*]
蛋白質量 (kg)	8.3±2.0	8.1±2.1	7.9±2.1	0.002 [*]
体細胞量 (kg)	28.9 [19.9-31.2]	28.5 [20.4-31.1]	28.3 [19.8-30.9]	0.002 [*]

平均±標準偏差

中央値 [25%タイル値-75%タイル値]

*術前vs退院前

表4 部位別水分量の結果

	術前	術後	退院前	p
体水分量 (L)				
右上肢	1.93 [1.21-2.05]	1.84 [1.16-2.21]	1.80 [1.05-2.01]	<0.05 ^{*,**}
左上肢	1.98 [1.20-2.08]	1.87 [1.37-2.37]	1.90 [1.22-2.14]	n.s.
体幹	16.4 [11.4-17.1]	15.9 [11.8-17.9]	15.9 [11.1-16.8]	<0.05 ^{*,**}
右下肢	5.09±1.47	5.07±1.67	4.91±1.51	n.s.
左下肢	5.02±1.50	4.94±1.58	4.85±1.56	n.s.
ECW/TBW				
右上肢	0.384±0.005	0.386±0.005	0.387±0.003	n.s.
左上肢	0.387 [0.3840.389]	0.390 [0.3860.396]	0.390 [0.3870.392]	<0.05 ^{*,**}
体幹	0.393±0.009	0.403±0.010	0.400±0.010	0.02 [*]
右下肢	0.396±0.001	0.404±0.001	0.403±0.010	n.s.
左下肢	0.399±0.011	0.407±0.010	0.406±0.011	n.s.

ECW/TBW: 細胞外水分量/体水分量

中央値 [25%タイル値-75%タイル値]

平均±標準偏差

*術前vs術後, **術前vs退院前

-0.396], 0.390 [0.387-0.392] であり, 術前より術後, 退院前に有意に高かった ($p < 0.05$)。体幹のECW/TBWは, 術前 (0.393 ± 0.009) より術後 (0.403 ± 0.010) で有意に高かった ($p = 0.02$) (表4)。

IV. 考 察

本研究では, 対象者は200m歩行獲得までは順調に経過し, 術後合併症も生じなかった。退院前の体重, BMIは術前, 術後と比較して有意に減少し, 退院前の除脂肪量, 骨格筋量, 体水分量および細胞内水分量, 蛋白質量, 細胞内水分量と蛋白質量の合計である体細胞量は手術前と比較して有意に減少していた。また, 術前のBMIは3名のみが25以上で, 他は正常であった。この結果より, 開心術により, 術前より栄養状態が不良でなくても, 術後に体重が減少し, その影響は術後2週間の退院前まで継続していたと考えられる。この時期は, Mooreによる術後経過の第2相である蛋白代謝転換期から第3相である同化期であり, 筋組織の再合成が行われる時期である¹⁶が, 本研究の結果としてはまだ蛋白合成が行われていないことが示唆される。HbとCRPは, 術前より退院前まで同様に推移し, 術後一時的に手術侵襲により高値となったが, 退院前には低下していた。Hbについては, 手術時の出血他のさまざまな要因による変動を示していた。しかし, 術前のCRPは平均値で0.62であり, 退院前まで高めに推移していた。Albについては, 術前に低アルブミン血症を有す患者の割合が24%, 退院前では71%であり, Albは術前と比較して術後以降低値を示していた。よって, 栄養不良と炎症の残存が退院前における除脂肪量, 骨格筋量, 蛋白質量の減少に影響していると考えられた。Iidaらは, 冠動脈バイパス術後の回復過程にある異化作用の機序は侵襲により産生されるIL-6などのサイトカインの影響によって説明することができ, 炎症性サイトカインと術後異化作用の関連が骨格筋力に影響を与える¹⁷としている。また, Takedaらは, CABG患者の人工心肺装置の使用による炎症性サイトカイン産生増大は術後の短期予後や合併症の発生に関連する¹⁸と報告している。このように, 炎症機転が蛋白異化に影響している可能性がある。よって, 長期間の介入によって炎症機転を抑制する運動療法¹⁹⁻²¹であるレジスタンス

トレーニングを術後早期より回復期以降までの長期間の継続介入についても検討の余地があると考えられる。

心臓外科術前の除脂肪体重は手術によるストレスに対処し, 院内合併症を減少させており, 術後の骨格筋量減少は健康関連QOLにおける活力の減退と関連している²²。よって, 開心術前より骨格筋量を増加させるアミノ酸製剤を導入した栄養介入^{23,24}を進め, 退院前指導では身体組成, 健康関連QOLも含め, 継続した運動療法・栄養療法を立案・実施し, 経過観察することが必要である。

心臓外科手術を受ける患者の10-25%は, 低栄養であると言われている。この低栄養は, 術後のアウトカムに悪影響を及ぼしている²⁵⁻²⁷。Engelmanらは低アルブミン血症と低BMI値を心臓外科手術後の死亡率と罹病率に寄与する独立因子としている²⁵。WagnerらはBMIを冠動脈バイパス術後の死亡率と罹病率に寄与する独立因子としており²⁶, van Venrooijらは6ヶ月以内の意図しない10%以上の体重減少とBMI21以下が術後の感染や集中治療室での長期滞在に関係している²⁷としている。また, 飯田らは冠動脈バイパス術前の心臓悪液質が術後再入院に関連している²⁸と報告している。このように, 手術前のBMIは術後成績に影響するとしているが, 本研究の対象者は術前BMIの中央値が22.8と比較的良好であり, 術後は特記すべき合併症も生じず, 退院している。また, 本研究では術前BMI25以上の肥満は3名と少数であったが, 今後症例数を増やして肥満者と非肥満者を分けた検討を行う必要がある。

さらに, Fukuseらは胸部外科手術を受ける高齢患者にはBarthel Indexのような日常生活活動やMini-Mental State Examinationといった認知機能が術後合併症の重要な予測因子であり, 機能的な心肺機能評価に加えた包括的高齢者評価が必要である²⁹としている。これは, 手術時間が長くなる場合には特に必要とされると述べている。このように, 高齢者の心臓外科手術数が増えるのに伴い, 総合的な高齢者評価が必要となっている。

外科周術期における身体部位別の生体インピーダンス分析は, 周術期の体液貯留を検出し, 貯留部位を特定することができる³⁰。また, 電気インピーダンスの変動は心臓外科周術期の体液バランスの変化の結果として生じており, 電気インピーダンスの変

化を測定することは、術後の体水分を調整するのに有用である³¹。部位別水分量では、術後以降に体幹の体水分量が減少しており、術前に存在していた心不全の軽減と関連している可能性がある。また、左上肢のECW/TBWは術後以降に増加し、細胞間質に水分が貯留している。これは、冠動脈バイパスにおいて橈骨動脈をグラフトに用いるために左上肢より採取したり、弁手術において左上肢への末梢静脈の点滴ライン留置が多いことによると考えられる。下肢では、伏在静脈を採取した下肢も浮腫が発生することがあるが、DVT予防用のストッキングを装着しているため水分量への影響が緩和されていると推測される。

心臓外科手術を受ける患者の身体組成を測定する方法としての生体インピーダンス法は有用な方法とされている³²⁻³⁵。また、van Venrooijらは心臓外科手術患者の栄養評価について生体インピーダンス方式での測定値と2重エネルギーエックス線吸収測定法(Dual-energy X-ray Absorption, 以下DEXA)による測定値との関係に個人間変動が見られるために、細胞外水分量、細胞内水分量、除脂肪量を評価する生体インピーダンス方式と同時にDEXAの使用を提唱している³⁶。今後の研究では、DEXAも含めた検討が望ましいと考えられる。

本研究の限界は、症例数が少なく、罹病期間や術前の栄養状態なども考慮した解析が実施できなかった。また、サイトカインの測定を行っていないため、その影響について推測せざるを得なかった。さらに、術後遠隔期の経過を追跡することが出来れば、さらに運動療法、栄養療法の介入についての有用な情報を得ることが出来ると考えられる。加えて、本研究では術後順調に経過した開心術患者の身体組成の特徴を明確にするために運動器合併症を有す患者、術後200m歩行が不可能であった患者を対象者の除外基準としたため、術後の離床や運動機能回復が遅延した患者については検討しなかった。しかし、患者の高齢化に伴い、運動器合併症や重複内部障害を有する手術対象者が増加しており、術後経過が順調な患者と比較した有用な研究が今後期待される。

V. まとめ

開心術患者では術後より退院前までに骨格筋量、

蛋白質量が減少するため、術前より栄養介入を進め、退院前指導では身体組成、健康関連QOLも含め、継続した運動療法・栄養療法を立案・実施し、経過観察することが必要である。

引用文献

1. 日本胸部外科学会. http://www.jpats.org/modules/about/index.php?content_id=14 (2012年1月31日にアクセス)
2. Hill GL, Douglas RG, Schroeder D. Metabolic basis for the management of patients undergoing major surgery. *World J Surg*, 17, 146-153, 1993.
3. Kiyama T, Mizutani T, Okuda T, et al. Postoperative changes in body composition after gastrectomy. *J Gastrointest Surg*, 9, 313-319, 2005.
4. Kyle UG, Nicod L, Romand J, et al. Four year follow-up of body composition in lung transplant patients. *Transplantation*, 75, 821-828, 2003.
5. Plank LD, Metzger DJ, McCall JL, et al. Sequential changes in the metabolic response to orthotopic liver transplantation during the first year after surgery. *Ann Surg*, 234, 245-255, 2001.
6. Hassen TA, Pearson S, Cowled PA, et al. Preoperative nutritional status predicts the severity of the systemic inflammatory response syndrome (SIRS) following major vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 33, 696-702, 2007.
7. Windsor JA, Hill GL. Protein depletion and surgical risk. *Aust N Z J Surg*, 58, 711-715, 1988.
8. Windsor JA. Underweight patients and the risks of major surgery. *World J Surg*, 17(2), 165-172, 1993.
9. Watters P, Clancey SM, Moulton SB, et al. Impaired recovery of strength in older patients after major abdominal surgery. *Ann Surg*, 218(3), 380-390, 1993.
10. Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, et al. One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*, 348(8), 683-693, 2003.
11. 岡嶋雅史, 日比野優, 倉知真一, ほか. 当院の心臓リハビリテーション外来の効果についての検討. *愛知県理学療法学会誌*, 23(1), 15-20, 2011.
12. 加藤倫卓, 内藤裕治, 小原伊都子, ほか. 低頻度通院型心臓リハビリテーションの有用性の検討 運動耐容能・下肢筋力・体組成の変化より. *静岡県理学療法士会学術誌*, 17, 6-9, 2008.
13. 安達仁. 慢性期の心臓リハビリテーション療法 心疾患に対する包括的インターベンション療法. *循環器専門医*, 16(1), 51-58, 2008.

14. 平木幸治, 井澤和夫, 渡辺敏, ほか. 回復期運動療法における体組成の経時的変化についての検討. 心臓リハビリテーション, 10(1), 37-40, 2005.
15. 脇昌子, 原泰志, 佐藤徹, ほか. 急性心筋梗塞症回復期運動療法による運動耐容能改善度と体組成変化に関する検討. 心臓, 30(Suppl.3), 1998.
16. Moore FD. The metabolic response to surgery. (Charles C Thomas, editor), Springfield, Illinois, 1952.
17. Iida Y, Yamada S, Nishida O. Body mass index is negatively correlated with respiratory muscle weakness and interleukin-6 production after coronary artery bypass grafting. Journal of Critical Care, 25, 172-172, 2010.
18. Takeda, S, Nakanishi, K, Ikezaki, et al. Cardiac marker response to coronary artery bypass graft surgery with cardiopulmonary bypass and aortic cross-clamping. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, 16, 421-425, 2002.
19. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. J Am Coll Cardiol, 45, 1563-1569, 2005.
20. Smith JK, Dykes R, Douglas JE, et al. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. JAMA, 281, 1722-1727, 1999.
21. Gielen S, Adams V, Möbius-Winkler S, et al. Anti-inflammatory effects of exercise training in the skeletal muscle of patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol, 42, 861-868, 2003.
22. van Venrooij LM, Verberne HJ, de Vos R, et al. Postoperative loss of skeletal muscle mass, complications and quality of life in patients undergoing cardiac surgery. Nutrition, 28, 40-45, 2012.
23. Biolo G, Ciochi B, Lebenstedt M, et al. Short-term bed rest impairs amino acid-induced protein anabolism in humans. J Physiol, 558, 381-388, 2004.
24. Borsheim E, Bui QT, Tissier S, et al. Effect of amino acid supplementation on muscle mass, strength and physical function in elderly. Clin Nutr, 27, 189-195, 2008.
25. Engelman DT, Adams DH, Byrne JG, et al. Impact of body mass index and albumin on morbidity and mortality after cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg, 118, 866-873, 1999.
26. Wagner BD, Grunwald GK, Rumsfeld JS, et al. Relationship of body mass index with outcomes after coronary artery bypass graft surgery. Ann Thorac Surg, 84, 10-16, 2007.
27. van Venrooij LM, de Vos R, Borgmeijer-Hoelen MM, et al. Preoperative unintended weight loss and low body mass index in relation to complications and length of stay after cardiac surgery. Am J Clin Nutr, 87, 1656-1661, 2008.
28. 飯田有輝, 山田純生, 伊藤武久, ほか. 冠動脈バイパス術後患者における術前心臓悪液質は再入院と関係する. 心臓リハビリテーション, 15(2), 254-260, 2010.
29. Fukuse T, Satoda N, Hijiya K, et al. Importance of a comprehensive geriatric assessment in prediction of complications following thoracic surgery in elderly patients. Chest, 127(3), 886-891, 2005.
30. Bracco D, Berger M, Revelly JP, et al. Segmental bioelectrical impedance analysis to assess perioperative fluid changes. Critical Care Medicine, 27(7), 2390-2396, 2000.
31. Perko MJ, Jarnvig IL, Højgaard-Rasmussen N, et al. Electric impedance for evaluation of body fluid balance in cardiac surgical patients. J Cardiothorac Vasc Anesth, 15(1), 44-48, 2001.
32. Maehara T, Novak I, Wyse RK, et al. Perioperative monitoring of total body water by bio-electrical impedance in children undergoing open heart surgery. Eur J Cardiothorac Surg, 5(5), 258-264, 1991.
33. Novak I, Davies PS, Elliott MJ. Noninvasive estimation of total body water in critically ill children after cardiac operations. Validation of a bioelectric impedance method. J Thorac Cardiovasc Surg, 104(3), 585-589, 1992.
34. Yamaguchi H, Yamauchi H, Hazama S, et al. Evaluation of body fluid status after cardiac surgery using bioelectrical impedance analysis. J Cardiovasc Surg (Torino), 41(4), 559-566, 2000.
35. Perko MJ, Jarnvig IL, Højgaard-Rasmussen N, et al. Electric impedance for evaluation of body fluid balance in cardiac surgical patients. J Cardiothorac Vasc Anesth, 15(1), 44-48, 2001.
36. van Venrooij LM, Verberne HJ, de Vos R, et al. Preoperative and postoperative agreement in fat free mass (FFM) between bioelectrical impedance spectroscopy (BIS) and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) in patients undergoing cardiac surgery. Clin Nutr, 29(6), 789-794, 2010.