

原著

肥満外科手術後早期の減量効果に寄与する要因の探索

久場美鈴^{1,2}, 岡本土毅², 上間次己², 加島ひとみ^{1,2}, 稲嶺 進^{1,2}, 仲地佐和子², 難波豊隆^{1,2}, 山崎 聡², 益崎裕章^{2,*}

¹大浜第一病院 (沖縄県那覇市) ²琉球大学大学院医学研究科 内分泌代謝・血液・膠原病内科学講座 (第二内科)

索引用語: 肥満外科手術, 超過体重減少率, 食物摂取量, 身体活動量, 早期減量効果

日本の高度肥満症に対する減量外科手術後の体重減少や肥満関連併存疾患改善率に関して、長期的な治療成績の報告は多いが、術後早期からの減量効果にかかわる要因についての報告はないため、本研究では肥満外科手術後早期からの減量効果に関連する要因の探索を試みた。

2018年12月-2019年2月の3ヵ月間にスリーブ状胃切除術を受け、術後3ヵ月間のフォローアップが可能であったBMI $\geq 35\text{kg/m}^2$ の高度肥満症患者11名 (平均年齢 47 ± 2 歳) を対象とした。術前、術後1ヵ月、術後3ヵ月の身体計測、超過体重減少率 (% EWL)、血液生化学検査、筋力測定、食物摂取頻度調査票 (FFQg) による食物摂取量解析、身体活動量に関するアンケート調査を実施した。肥満外科手術前後で比較すると、体重、BMIは有意に減少し、% EWLは有意に増加した。HbA1c 値、空腹時血糖値、血清 ALT 値は術前に比べ、術後に有意に低下した。血清 HDL-C 値は有意に増加した。総エネルギー摂取量、タンパク質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、食物繊維摂取量、菓子・清涼飲料摂取量、アルコール摂取量はすべて有意に低下した。術後3ヵ月の %EWL は、「中強度の生活活動」「1週間の中強度の運動」と有意な正相関を示し、「座位時間」とは有意な逆相関を示し、術後早期の減量効果に寄与した要因として、座位時間の短縮、中強度の活動量、中強度の運動量の3つが抽出された。徹底した食事管理が行われている肥満外科手術後早期にも、活動量、運動量の維持が減量効果に好影響を与える可能性が示唆された。

はじめに

肥満関連の健康障害の増加が世界規模の問題となっており¹⁻³⁾、肥満症に対する内科的治療として食事療法、運動療法、行動療法、薬物療法が挙げられるが、減量効果の維持が困難な場合も少なくない^{3,4)}。一方、内科治療が困難な高度肥満症に対して、肥満外科手術が世界的に普及しつつある⁴⁻⁶⁾。

肥満外科手術は、目覚ましい減量効果と肥満関連健康障害の改善^{5,6)}が観察されることが多いが、減量不良例や減量が得られた後の体重の再増加⁷⁾、

2型糖尿病などの肥満関連健康障害が再燃する報告も散見される⁸⁾。減量効果の評価指標として、超過体重減少率 (percent of excess weight loss: %EWL)⁹⁻¹¹⁾、総体重減少率 (percent of total weight loss: %TWL)¹⁰⁻¹²⁾、超過 BMI 減少率 (percent of excess body mass index loss: %EBMIL) などが挙げられる^{10,13)}。肥満外科手術成功の科学的な定義は未だ確立していないが、1つの目安として術後18ヵ月の %EWL が50%以上の場合とされている報告が多い¹⁴⁾。術後の長期的な %EWL の増悪因子として、高年齢¹⁵⁻¹⁸⁾、

男性¹⁵⁻¹⁷⁾、BMI (body mass index) 50kg/m^2 以上¹⁵⁻¹⁸⁾、糖尿病の合併¹⁵⁻¹⁸⁾、脂質異常症の合併¹⁸⁾、高血圧症の合併¹⁵⁻¹⁸⁾、睡眠時無呼吸症候群の合併¹⁶⁻¹⁹⁾、1週間の中強度以上の運動が150分未満^{20,21)}、座位時間の長い生活²²⁾などが報告されているが、術後早期の詳細な解析に関する報告は少ない。

日本人の高度肥満症に対する減量外科手術後の体重減少や肥満関連併存疾患改善率に関して、長期的な治療成績の報告は多いが²³⁻²⁵⁾、術後早期からの減量効果の要因に関する報告はなされ

* Corresponding author (email: hiroaki@med.u-ryukyu.ac.jp)

ていない。スリーブ状胃切除術を施行されたアジア人を対象とする報告では、術後3ヵ月で%EWLが35%を超えた患者は、1年後に脂質異常症、糖尿病、高血圧症の寛解に達する可能性が有意に高く、術後3ヵ月の%EWLの増加は1-3年後の体重維持と合併症の寛解を予測できるとする報告がある²⁶⁾。

このような背景を踏まえ、本研究では肥満外科手術前後の身体計測、%EWL、血液生化学検査、筋力測定、食物摂取頻度調査票 (food frequency questionnaire based on food groups: FFQg) による食物摂取量の分析、身体活動量に関するアンケート調査を行い、術後早期に変化し、%EWLと強く相関する要因を「減量予後予測因子」として探索することを試みた。

対象と方法

1. 対象

2018年12月-2019年2月の3ヵ月間に大浜第一病院でスリーブ状胃切除術を受け、術後3ヵ月間のフォローアップが可能であった20歳以上65歳未満の成人で、BMI 35 kg/m²以上の高度肥満症患者を対象とした^{27, 28)}。本研究は、「ヘルシンキ宣言 (2013年10月修正)」と「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」(平成26年文部科学省・厚生労働省告示第3号)を遵守し、琉球大学の人を対象とする医学系研究倫理審査委員会の承認 (承認番号1377)を得て実施した。

2. 方法 (手術前後に実施した食事・運動療法の概要)

①食事療法

栄養指導は入院中の術前、術後1ヵ月、術後3ヵ月に実施した。術前入院期間を1-2週間とし、初診時体重の5%の減量、血糖コントロールと同様に運動療法と食事療法を実施し、周術

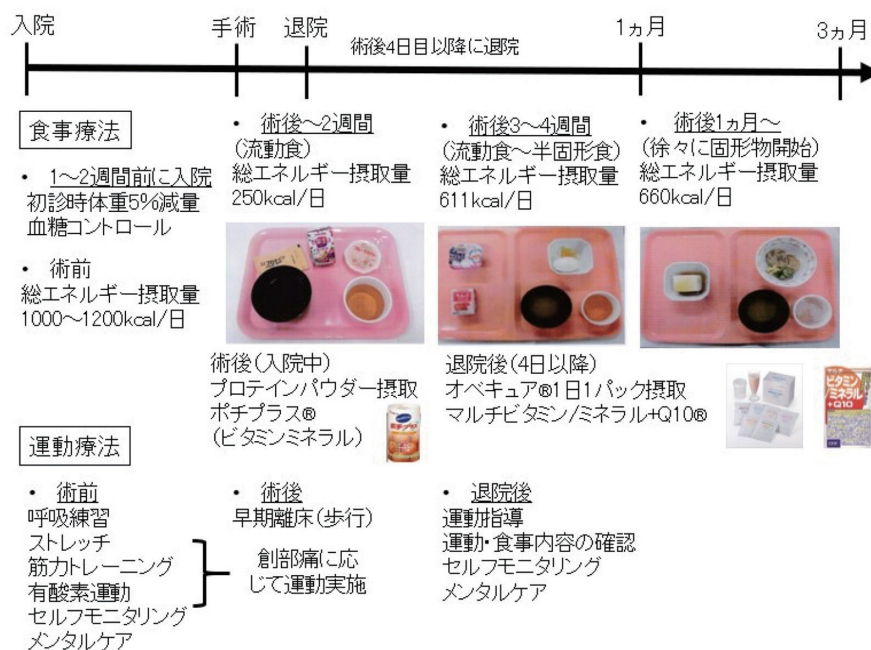


図1 手術前後に実施した食事・運動療法などの概要

期合併症の軽減を目指した。術後経口摂取が可能であれば、4日目以降に退院を許可した。術後1ヵ月間は流動食から半固形食を摂取し、タンパク質、ビタミン、ミネラルの摂取不足を補うためフォーミュラ食 (オベキュア®) の併用を指導した²⁹⁾。肥満外科手術の長期合併症としてタンパク質、ビタミン、ミネラルの欠乏など栄養障害が起こりうるため、タンパク質やビタミン、ミネラルを含むサプリメントの摂取を指導した (図1)²⁹⁻³²⁾。

②運動療法

術前の理学療法として呼吸練習、ストレッチ、筋力トレーニング、有酸素運動を実施した。セルフモニタリングでは体重記録とスマートフォンや万歩計を使った歩数管理指導によって身体活動量を増やすよう指導した。手術前後に身体計測、筋力測定、血液生化学検査、食物摂取量、身体活動量のモニタリング結果に基づいてフィードバックを行った。また運動・食行動に関する Visual Analogue Scale を使ったセルフエフィカシーチェックを行い、モチベーション維持やメンタルケアを支

援した (図1)。

3. 対象者の特徴

対象者の年齢、性、術前体重、併存疾患、生活習慣 (表1)の中で、喫煙、飲酒、運動習慣の有無は、厚生労働省による定義に準拠し、「これまで合計100本以上または6ヵ月以上たばこを吸っている者で、過去1ヵ月間に毎日または時々たばこを吸っている現在喫煙者」³³⁾を喫煙者とし、「1日平均純アルコールで20g以上摂取している者」³⁴⁾を飲酒者とし、「1日30分以上の運動を週2回以上実施し、1年以上継続している者」³⁵⁾を運動習慣ありとした (表1)。

4. 調査項目

被験者本人に本研究の意義や内容を口頭で説明し、本人の自署による同意を取得後、既往症と生活習慣について問診を実施した。肥満外科手術前、術後1ヵ月、術後3ヵ月に身体計測、%EWL、血液生化学検査、筋力測定を行い、新FFQg Ver.5を使って食物摂取量、身体活動量に関するアンケート調査など、以下の項目を実施した。

表1 対象者の背景 (平均値±標準誤差)

	n=11
年齢 (歳)	47.0±1.7
性 (男性/女性)	5/6
術前体重 (kg)	117.4±7.7
術前 BMI (kg/m ²)	43.3±3.2
糖尿病 (有/無)	6/5
脂質異常症 (有/無)	3/8
高血圧症 (有/無)	7/4
脂肪肝 (有/無)	8/3
睡眠時無呼吸症候群 (有/無)	3/8
膝関節症 (有/無)	3/8
精神疾患 (有/無)	4/7
喫煙 (有/無)	3/8
飲酒 (有/無)	2/9
運動習慣 (有/無)	4/7

①身体計測

早朝空腹時に外来で体組成計 (自動身長計付き体組成計 DC-270A, TANITA) を使って体重, BMI を測定した. %EWL = [(術前体重 - 術後体重) / (術前体重 - 理想体重)] × 100 の式で算出した^{9, 11)}. 初診時の体重を術前体重として採用し, 肥満外科手術後の評価として国際的に普及している基準に基づいて, 本研究では, BMI = 25 kg/m² となる体重をもって理想体重と定義した^{9, 11)}.

②血液生化学検査

早朝空腹時に外来で採血後, ヘモグロビン A1c (HbA1c) 値, 空腹時血糖値, アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) 値, アラニンアミノトランスフェラーゼ (ALT) 値, HDL - C (high-density lipoprotein cholesterol) 値, LDL - C (low-density lipoprotein cholesterol) 値, 血清 triglyceride (TG) 値を測定した.

③筋力測定

握力測定は, デジタル握力計 (T.K.K.5401 OG 技研 竹井機器工業株式会社) を使用した³⁶⁾. 膝伸展筋力はハンドヘルドダイナモメーター

(ミュータス F-1, アニマ社製) を使用し, 膝伸展の最大等尺性筋力を測定した³⁷⁾. 握力と膝伸展筋力は, 左右2回ずつ測定し, 2回のうち最大筋力値 (kgf) を採用した.

④ FFQg アンケート調査

FFQg 調査に関するアンケートは, 食物摂取量と身体活動量 (1日の生活活動, 1週間の運動) について調査した. 術前は入院中に患者へアンケート調査票への記入を依頼した. 術後1ヵ月, 術後3ヵ月は, 診察日の2週間前にアンケートを記入するよう依頼した.

食物摂取量は7日間摂取した食物を記録し, 身体活動量は1日の生活活動時間と1週間の総運動時間を記録した. 研究担当者は, アンケート調査票を元に栄養計算ソフト (エクセル栄養君 Ver.8, 建帛社) を使って食物摂取量と身体活動量を算出した^{38, 39)}.

FFQg アンケート調査の評価項目は以下の通りである.

・食物摂取量: 総エネルギー摂取量, タンパク質摂取量, 脂質摂取量, 炭水化物摂取量, 食物繊維摂取量, 菓子・清涼飲料摂取量, アルコール摂取量

・1日の生活活動: 座位時間, 立位の活動時間 (立位時間), 中強度の活動時間 (中強度活動時間), 高強度の活動時間 (高強度活動時間), 中強度 METs (metabolic equivalents), 高強度 METs

・1週間の運動: 3METs 以上 6METs 未満の中強度の総運動時間と総運動 METs.

5. 解析方法

統計解析について, 各指標の値は平均値±標準誤差で示した. 経時的変化について, 2群間の比較は Wilcoxon 検定, 3群間の比較は Friedman 検定と多重比較 (Scheffe 法) 検定で行った. 術後3ヵ月の %EWL と術後3ヵ月の血液生化学検査, 筋力測定, 食物摂取量, 身体活動量の関係については Spearman の順位相関係数検定を使って検討した. 統計解析ソフト JMP Pro14 (SAS Institute Inc), JSTAT (南江堂) を使って解析し, 有意水準は5%とした.

結果

1. 身体計測, 血液生化学検査, 筋力測定, 食物摂取量, 身体活動量 (1日の生活活動, 1週間の運動) の変化

①身体計測

体重, BMI, % EWL の経時変化を解析した. 体重, BMI は術前に比べ, 術後1ヵ月では有意差を認めず, 術後3ヵ月で有意に低下した ($p < 0.01$). %EWL は術後1ヵ月に比べ, 術後3ヵ月で有意に増加した ($p < 0.01$, 表2).

②血液生化学検査

HbA1c 値, 空腹時血糖値, ALT 値, AST 値, HDL - C 値, LDL - C 値, TG 値の経時的変化を比較した. HbA1c 値は術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意に低下した ($p < 0.01$). 空腹時血糖値は術前に比べ,

表2 身体計測, 血液生化学検査, 握力と膝伸展筋力, 食物摂取量, 1日の生活活動, 1週間の運動の経時的変化

	術前	術後1ヵ月	術後3ヵ月	P 値
身体計測				
体重 (kg)	117.4±7.7	106.3±7.2	100.1±7.0	b * *
BMI (kg/m ²)	43.3±3.2	39.5±3.1	37.2±3.1	b * *
%EWL (%)		22.1±2.0	33.9±3.7	c * *
血液生化学検査				
HbA1c (%)	7.0±0.5	5.9±0.2	6.0±0.3	a * * b * *
空腹時血糖値 (mg/dl)	146.3±19.5	105.9±5.7	105.5±4.6	a * b *
AST (U/I)	37.0±6.7	40.9±7.9	34.0±7.3	ns
ALT (U/I)	59.1±15.3	52.2±10.0	40.3±8.8	b *
HDL-C (mg/dl)	53.5±2.1	49.5±3.5	62.1±6.0	b *
LDL-C (mg/dl)	122.8±7.4	107.6±8.8	110.6±7.1	ns
TG (mg/dl)	165.0±38.3	91.4±6.7	92.1±10.8	ns
握力 (kgf)	33.2±4.0	32.6±3.0	31.7±2.7	ns
膝伸展筋力 (kgf)	34.0±4.7	31.6±4.4	30.3±3.3	ns
食物摂取量				
総エネルギー摂取量 (kcal/day)	3175.3±451.5	634.4±80.8	1045.0±136.5	a * * b *
タンパク質摂取量 (g/day)	101.2±9.1	24.6±4.0	50.1±5.2	a * * b *
脂質摂取量 (g/day)	94.0±8.6	25.7±3.9	43.8±4.8	a * * b *
炭水化物摂取量 (g/day)	358.6±33.5	73.6±8.3	81.8±19.2	a * * b * *
食物繊維摂取量 (g/day)	15.1±1.2	8.0±0.9	9.3±2.6	a * b * *
菓子・清涼飲料摂取量 (g/day)	1119.3±633.9	165.7±46.5	261.3±136.9	a *
アルコール摂取量 (g/day)	438.0±348.2	17.9±16.1	117.4±72.9	a *
1日の生活活動				
座位時間 (h/day)	11.0±1.5	11.6±1.1	12.7±1.1	ns
立位時間 (h/day)	3.0±0.8	2.3±0.4	2.3±0.4	ns
中等度活動時間 (h/day)	1.4±0.8	1.9±0.8	1.4±0.4	ns
高強度活動時間 (h/day)	0.4±0.3	0.5±0.3	0.9±0.7	ns
中強度 METs (METs/day)	42.3±23.9	59.3±25.3	42.3±12.8	ns
高強度 METs (METs/day)	18.9±11.8	21.0±13.8	42.0±31.7	ns
1週間にいった運動				
総運動時間(分)	162.7±61.2	302.7±61.4	279.1±70.1	ns
総運動 METs (METs/week)	10.0±3.7	18.7±4.0	18.2±4.7	ns

a: 術前 vs 1ヵ月 b: 術前 vs 3ヵ月 c: 1ヵ月 vs 3ヵ月
 平均値±標準誤差 ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$ ns: not significant

術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意に低下した($p < 0.05$). ALT値は術前に比べ, 術後1ヵ月では有意差を認めず, 術後3ヵ月で有意に低下した($p < 0.05$). HDL-C値は術前に比べ, 術後1ヵ月で有意差を認めず, 術後3ヵ月で有意に増加した. AST値, LDL-C値, TG値は術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意差を認めなかった(表2). 全例で術後から血糖降下薬の使用は不要となり, 終了した.

③筋力測定

握力と膝伸展筋力の経時的変化を比較した. 握力, 膝伸展筋力は術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意差を認めなかった(表2).

④食物摂取量

総エネルギー摂取量, タンパク質摂取量, 脂質摂取量, 炭水化物摂取量, 食物繊維摂取量, 菓子・清涼飲料摂取量, アルコール摂取量の経時的変化を比較した. 総エネルギー摂取量, タンパク質摂取量, 脂質摂取量は術前に

比べ, 術後1ヵ月で有意に低下($p < 0.01$), 術後3ヵ月でも有意に低下した($p < 0.05$). 炭水化物摂取量は術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意に低下した($p < 0.01$). 食物繊維摂取量は術前に比べ, 術後1ヵ月に有意に低下($p < 0.05$), 術後3ヵ月でも有意に低下した($p < 0.01$). 菓子・清涼飲料摂取量, アルコール摂取量は術前に比べ, 術後1ヵ月に有意に低下し($p < 0.05$), 術後3ヵ月では有意差を認めなかった(表2).

表3 術後3ヵ月の%EWLと血液生化学検査, 握力, 膝伸展筋力, 食物摂取量の関連

	相関係数	P 値
血液生化学検査		
HbA1c (%)	r=-0.23	P=0.46
空腹時血糖値(mg/dl)	r=-0.28	P=0.36
AST (U/I)	r=0.38	P=0.22
ALT (U/I)	r=0.39	P=0.21
HDL-C (mg/dl)	r=0.51	P=0.10
LDL-C (mg/dl)	r=-0.11	P=0.70
TG (mg/dl)	r=-0.72	P=0.02*
食物摂取量		
総エネルギー摂取量 (kcal/day)	r=-0.37	P=0.23
タンパク質摂取量 (g/day)	r=-0.32	P=0.30
脂質摂取量 (g/day)	r=-0.32	P=0.30
炭水化物摂取量 (g/day)	r=-0.26	P=0.40
食物繊維摂取量 (g/day)	r=-0.30	P=0.32
菓子・清涼飲料摂取量 (g/day)	r=-0.01	P=0.96
アルコール摂取量 (g/day)	r=-0.09	P=0.76

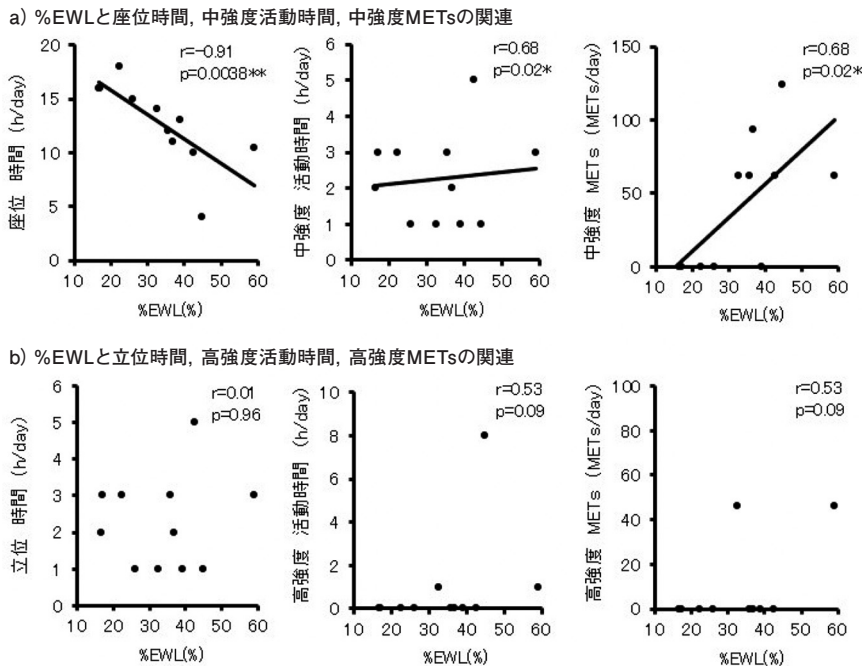
* $p < 0.05$ 

図2 %EWLと1日の生活活動の関連

%EWL: 超過体重減少率 METs: metabolic equivalents

⑤ 1日の生活活動

座位時間, 立位時間, 中強度活動時間, 高強度活動時間, 中強度METs, 高強度METsの経時変化を解析した。

これらはすべて術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意差を認めなかった(表2)。

⑥ 1週間の運動

1週間の総運動時間, 総運動METsの経時変化を解析した。これらは双方とも術前に比べ, 術後1ヵ月, 術後3ヵ月で有意差を認めなかった(表2)。

2. %EWLと関連する要因の探索

①術後3ヵ月の%EWLと各種生化学検査値の関連を解析した結果, %EWLとTG値に有意な負の相関を認めた($p < 0.05$)。%EWLとHbA1c値, 空腹時血糖値, AST値, ALT値, HDL-C値, LDL-C値には有意な相関を認めなかった(表3)。

②術後3ヵ月の%EWLと握力・膝伸展筋力の関連を解析した結果, %EWLと握力, 膝伸展筋力には有意な相関を認めなかった(表3)。

③術後3ヵ月の%EWLと食物摂取量の関連を解析した結果, %EWLと総エネルギー摂取量, タンパク質摂取量, 脂質摂取量, 炭水化物摂取量, 食物繊維摂取量, 菓子・清涼飲料摂取量, アルコール摂取量にはいずれも有意な相関を認めなかった(表3)。

④術後3ヵ月の%EWLと1日の生活活動の関連を解析した結果, %EWLと座位時間には有意な負の相関($p < 0.01$)を, %EWLと中強度活動時間・中強度METsには有意な正の相関($p < 0.05$)を認め, %EWLと立位時間, 高強度活動時間, 高強度METsには有意な相関を認めなかった(図2)。

⑤術後3ヵ月の%EWLと1週間の運動の関連を解析した結果, %EWLと1週間の総運動時間・総運動METsの間に有意な正の相関($p < 0.05$)を認めた(図3)。

考 察

肥満外科手術後早期の治療効果と減量効果に関連する要因を探索した。肥満外科手術後3ヵ月までの早期に, %EWLの増加, HbA1c値, 空腹時血糖値, ALT値, HDL-C値など種々

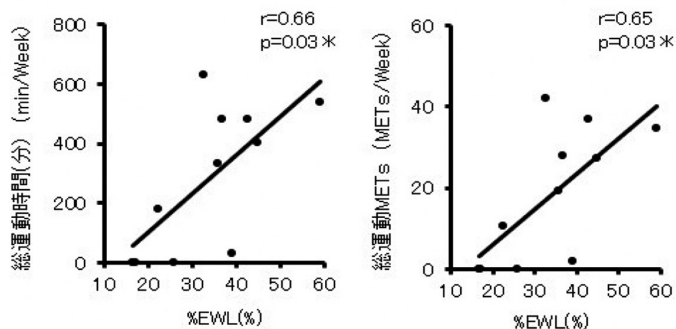


図3 %EWLと総運動時間、総運動METsの関連

の代謝指標に改善を認めた。今回の結果から食事・運動が概ね遵守できていると考えられた(図1, 表2)。%EWLは術後1ヵ月で 22.1 ± 2.0 、術後3ヵ月では 33.9 ± 3.7 、またHbA1c値、空腹時血糖値は術後3ヵ月までに低下し、既報^{23, 40)}と同様の減量効果と糖代謝改善を示した(表2)。さらにALT値低下、HDL-C値の増加に統計的有意差を認めた(表2)。

スリーブ状胃切除術は、胃の部分切除に伴う機械的制限による食物摂取量の低下⁴¹⁾や、胃底部から分泌される食欲刺激ホルモンであるグレリンの分泌低下による食欲低下効果^{40, 41)}をはじめ、種々の内分泌、神経調節の複合効果によって糖代謝改善や減量効果が得られる^{40, 41)}。また脂質、炭水化物を多く含む高カロリー食の嗜好性の低下も報告されている⁴²⁾。本研究では、術後早期から総エネルギー摂取量やタンパク質摂取量、脂質摂取量、炭水化物摂取量、食物繊維摂取量、菓子・清涼飲料摂取量、アルコール摂取量などすべての評価項目で摂取量の低下を認めた(表2)。今回、肥満外科手術後早期の食事プロトコールに従った結果、各症例で食物摂取量の大幅な低下を認め、減量効果の各栄養素による違いは評価できなかった(図1, 表2)。今後も継続的な観察研究を行い、減量効果に影響を与える食物摂取量の指標を明らかにして、具体的な栄養指導に

応用したいと考えている。

先行研究では、座位時間と運動量が術後長期の減量効果維持に重要であることが示されている²⁰⁻²²⁾。本研究では、術後早期の%EWLと強い相関を示した要因として、座位時間の短縮、中強度の活動量、中強度の運動量の3つが明らかになった(図2)。座位時間の長い生活はBMIを増加させ、メタボリックシンドロームや心血管イベントの危険因子になることが報告されている⁴³⁻⁴⁵⁾。本研究では%EWLと座位時間が極めて強い負の相関を示し($p < 0.01$)、座位時間の短縮が肥満外科手術後の体重減少に有用であることが示唆された。肥満外科手術後、長期にわたって座位時間の短縮を継続できれば、リバウンドを防ぐ可能性が期待できる(図2)。また本研究では、中強度の活動時間の増加と%EWLの増加が有意な正の相関を示すことが明らかになった(図2, $p < 0.05$)。

アメリカスポーツ医学会(ACSM)では、外科手術を行わない肥満症患者に対して、減量後のリバウンドを防ぐために中強度の運動を1週間に150-250分以上行うよう推奨している⁴⁶⁾。肥満外科手術後1年を経過した%EWLと身体活動量の関連を調査した研究では、中強度の運動を1週間に150分以上行うと体重を維持できることが報告されている²⁰⁾。また、減量外科手術後2-5年経過した患者でも、

中強度の運動を1週間に150分以上行うと%EWL $\geq 50\%$ を維持できることが報告されている²¹⁾。本研究では、肥満外科手術後の早期にも%EWLと中強度の総運動時間・総運動METsの間に有意な正の相関($p < 0.05$)を認めた(図3)。この結果は、術後早期には高強度でなくとも、中強度の活動量と運動量を増やすことで、術後3ヵ月までの減量効果を維持できる可能性を示している(図2)。

従来、日本人に対する肥満外科手術後、1年を超えて見られる減量不良例では、成功例に比べて術前の体重が有意に重く、術後の体重減少が小さい傾向にあることが報告されている²³⁾。また、スリーブ状胃切除術を施行されたシンガポール在住のアジア人対象の研究では、術後3ヵ月以内に%EWLが35%を超えた患者は1年後に脂質異常症、糖尿病、高血圧症の寛解に達する可能性が有意に高いと報告されている²⁶⁾。さらに、スリーブ状胃切除術を施行された日本人高度肥満患者のうち、術後3ヵ月には93.1%(27/29例)が糖尿病治療薬の使用が不要となり、インスリン投与も80%(8/10例)で中止されたとする報告がある⁴⁷⁾。以上の先行研究と同様、本研究でも%EWLと強く正相関した「術後早期からの中強度の活動量と運動量」を増やすことで、長期的な減量維持効果と肥満関連健康障害の改善が期待できる。今後も継続的な観察研究を行い、長期に減量効果を維持し、減量後の体重再増加を予防する要因を明らかにしたいと考えている。

本研究の限界として、単一施設における少数例の検討であること、また、スマートフォンの活動量測定機能を使用して活動量と歩数管理を実施した結果、対象者11人中10人は携帯電話の常時携帯は不可能、11人中1人のみ

が退院後もスマートフォンを使用して活動量を測定できたにすぎず、活動量の実測値が取得できず、アンケート調査で概算した点、行動変容因子に重点を置いた結果、被験者の骨格筋量を測定していなかった点が挙げられる。また、3ヵ月間の短期的観察であり、数年にわたる既報の長期的観察との比較は難しい点が限界として挙げられる。今後の課題として、本研究で得られた要因に注目して観察研究を継続し、減量効果の維持に寄与する可能性を長期間にわたって検証する必要があると考える。

まとめ

本研究では、肥満外科手術後の早期減量効果に寄与した要因として、座位時間の短縮、中強度の活動量、中強度の運動量の3つが新たに抽出された。術後早期の活動量、運動量が減量効果に重要であることが示唆された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた琉球大学 第二内科の研究スタッフ、秘書スタッフの皆様、本研究にご協力くださった被験者の皆様、大浜第一病院のスタッフの皆様に心より感謝申し上げます。

利益相反

著者らは本論文の研究内容について他者との利害関係はない

文 献

- 1) Kelly T, Yang W, Chen C-S, et al.: Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes (Lond)* 2008, 32: 1431-1437.
- 2) Prospective Studies Collaboration; Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, et al.: Body-mass index and cause-specific mortality in 900000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009, 373: 1083-1096.
- 3) Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, et al.: 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines and the obesity society. *Circulation* 2014, 129: 102-138.
- 4) Maciejewski ML, Arterburn DE, Van Scoyoc L, et al.: Bariatric surgery and long-term durability of weight loss. *JAMA Surg* 2016, 151: 1046-1055.
- 5) Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, et al.: Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2004, 292: 1724-1737.
- 6) Piché ME, Auclair A, Harvey J, et al.: How to choose and use bariatric surgery in 2015. *Can J Cardiol* 2015, 31: 153-166.
- 7) Lauti M, Kularatna M, Hill AG, et al.: Weight regain following sleeve gastrectomy -a systematic Review. *Obes Surg* 2016, 26: 1326-1334.
- 8) Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, et al.: Bariatric-metabolic surgery versus conventional medical treatment in obese patients with type2 diabetes: 5year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. *Lancet* 2015, 386: 964-973.
- 9) Bray GA, Bouchard C, Church T, et al.: Is it time to change the way we report and discuss weight loss? *Obesity (Silver Spring)* 2009, 17: 619-621.
- 10) van de Laar A: The %EBMIL/%EWL double booby-trap. A comment on studies that compare the effect of bariatric surgery between heavier and lighter patients. *Obes Surg* 2016, 26: 612-613.
- 11) van de Laar A, de Caluwe L, Dillemans B: Relative outcome measures for bariatric surgery. Evidence against excess weight loss and excess body mass index loss from a series of laparoscopic roux-en-Y gastric bypass patients. *Obes Surg* 2011, 21: 763-767.
- 12) Szczepaniak JP, Owens ML, Shukla H, et al.: Comparability of weight loss reporting after gastric bypass and sleeve gastrectomy using BOLD Data 2008-2011. *Obes Surg* 2015, 25: 788-795.
- 13) Júnior WS, Campos CS, Nonino CB, et al.: Reporting results after bariatric surgery: reproducibility of predicted body mass index. *Obes surg* 2012, 22: 519-522.
- 14) Mann JP, Jakes AD, Hayden JD, et al.: Systematic review of definitions of failure in revisional bariatric surgery. *Obes Surg* 2015, 25: 571-574.
- 15) Obeidat F, Shanti H: Early weight loss as a predictor of 2-year weight loss and resolution of comorbidities after sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2016, 26: 1173-1177.
- 16) Cottam S, Cottam D, Cottam A: Sleeve gastrectomy weight loss and the preoperative and postoperative predictors: a systematic review. *Obes Surg* 2019, 29: 1388-1396.
- 17) Manning S, Pucci A, Carter NC, et al.: Early postoperative weight loss predicts maximal weight loss after sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc* 2015, 29: 1484-1491.
- 18) Ortega E, Morínigo R, Flores L, et al.: Predictive factors of excess body weight loss 1 year after laparoscopic bariatric surgery. *Surg Endosc* 2012, 26: 1744-1750.
- 19) de Raaff CA, Coblijn UK, de Vries N, et al.: Predictive factors for insufficient weight loss after bariatric surgery: Does obstructive sleep apnea influence weight loss? *Obes Surg* 2016, 26: 1048-1056.
- 20) Mundi MS, Lorentz PA, Swain J et al.: Moderate physical activity as predictor of weight loss after

- bariatric surgery. *Obes Surg* 2013, 23: 1645-1649.
- 21) Josbeno DA, Kalarchian M, Sparto PJ, et al.: Physical activity and physical function in individuals post-bariatric surgery. *Obes Surg* 2011, 21: 1243-1249.
- 22) Herman KM, Carver TE, Christou NV, et al.: Keeping the weight off: physical activity, sitting time, and weight loss maintenance in bariatric surgery Patients 2 to 16 years postsurgery. *Obes Surg* 2014, 24: 1064-1072.
- 23) 木内 誠, 笠間和典, 関 洋介ほか: 重症肥満に対する腹腔鏡下袖状胃切除術の成績—体重減少と肥満関連併存疾患の改善. *臨床外科* 2010, 65: 715-720.
- 24) Haruta H, Kasama K, Ohta M, et al.: Long-term outcomes of bariatric and metabolic surgery in Japan: Results of a multi-institutional survey. *Obes Surg* 2017, 27: 754-762.
- 25) Seki Y, Kasama K, Hashimoto K, et al.: Long-term outcomes of laparoscopic sleeve gastrectomy in morbidly obese Japanese patients. *Obes Surg* 2016, 26: 138-45.
- 26) Chew CAZ, Tan IJ, Ng HJH et al.: Early weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy predicts midterm weight loss in morbidly obese Asians. *Surg Obes Relat Dis* 2017, 13: 1966-1972.
- 27) 日本肥満学会編: 肥満症診療ガイドライン 2016. ライフサイエンス出版, 2016, p65.
- 28) De Luca M, Angrisani L, Himpens J, et al.: Indications for surgery for obesity and weight-related diseases: position statements from the international federation for the surgery of obesity and metabolic disorders (IFSO). *Obes Surg* 2016, 26: 1659-1696.
- 29) 齋木厚人: 肥満症の栄養管理. *medicina* 2014, 51: 2306-2310.
- 30) Ziegler O, Sirveaux MA, Brunaud L, et al.: Medical follow up after bariatric surgery: nutritional and drug issues. General recommendations for the prevention and treatment of nutritional deficiencies. *Diabetes Metab* 2009, 35: 544-557.
- 31) Mechanick JI, Kushner RF, Sugerman HJ, et al.: American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. *Obesity (Silver Spring)* 2009, Suppl 1: S1-70.
- 32) 吉川絵梨, 笠間和典: 減量外科の栄養管理. *臨床外科* 2011, 66: 1644-1651.
- 33) 厚生省: 平成 10 年度喫煙と健康問題に関する実態調査報告書. 厚生省保健医療局, 2000, p222. https://www.mhlw.go.jp/www1/houdou/1111/h1111-2_11.html
- 34) 厚生労働省: 生活習慣病予防のための健康情報サイト 飲酒のガイドライン e-ヘルスネット <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/alcohol/a-03-003.html>
- 35) 厚生労働省: 平成 27 年国民健康・栄養調査 <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h27-houkoku-02.pdf>
- 36) 公益財団法人長寿科学振興財団健康長寿ネット <https://www.tyojyu.or.jp/net/kenkou-tyoju/tairyoku-kiki/akuryoku.html>
- 37) Kim WK, Kim D-K, Seo KM, et al.: Reliability and validity of isometric knee extensor strength test with hand-held dynamometer depending on its fixation: a pilot study. *Ann Rehabil Med* 2014, 38: 84-93.
- 38) Hu FB, Rimm E, Smith-Warner SA, et al.: Reproducibility and validity of dietary patterns assessed with a food-frequency questionnaire. *Am J Clin Nutr* 1999, 69: 243-249.
- 39) Helmerhorst HJF, Brage S, Warren J, et al.: A systematic review of related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012, 9: 103.
- 40) Hady HR, Dadan J, Gołaszewski P, et al.: Impact of laparoscopic sleeve gastrectomy on body mass index, ghrelin, insulin and lipid levels in 100 obese patients. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne* 2012, 7: 251-259.
- 41) Pucci A, Batterham RL: Mechanisms underlying the weight loss effects of RYGB and SG: Similar, yet different. *J Endocrinol Invest* 2019, 42: 117-128.
- 42) Ammon BS, Bellanger DE, Geiselman PJ, et al.: Short-term pilot study of the effect of sleeve gastrectomy on food preference. *Obes Surg* 2015, 25: 1094-1097.
- 43) Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, et al.: Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011, 8: 98.
- 44) Bankoski A, Harris TB, McClain JJ, et al.: Sedentary activity associated with metabolic syndrome independent of physical activity. *Diabetes Care* 2011, 34: 497-503.
- 45) Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW et al.: Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *Eur Heart J* 2011, 32: 590-597.
- 46) Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, et al.: American College of Sports Medicine position stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41: 459-471.
- 47) 額原 敦, 宮崎安弘, 高橋 剛ほか: 糖尿病合併肥満患者に対する腹腔鏡下スリーブ状胃切除術の糖尿病改善効果と糖尿病寛解予測スコアについての検討. *外科と代謝・栄養* 2018, 52: 267-273.

Abstract

Exploration of beneficial factors for weight reducing effects in obese people in the early phase after bariatric surgeries

Misuzu KUBA^{1,2}, Shiki OKAMOTO², Tsugumi UEMA², Hitomi KASHIMA^{1,2}, Susumu INAMINE^{1,2},
Sawako NAKACHI², Toyotaka NAMBA^{1,2}, Satoru YAMAZAKI², Hiroaki MASUZAKI^{2,*}

¹ Ohama Dai-Ichi Hospital, Okinawa, Japan

² Division of Endocrinology, Diabetes and Metabolism, Hematology and Rheumatology,
Department of Medicine, Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus, Okinawa, JAPAN

Bariatric surgery can effectively achieve long-term weight loss for obese patients, but sometimes in vain. Although various factors involved in the long-term weight maintenance have been reported, those in the early period after the surgery are largely unknown. This study therefore aimed to explore beneficial factors for maintaining weight reducing effects in the early phase of post-bariatric surgeries in obese people. Eleven patients with morbid obesity were studied, who underwent laparoscopic sleeve gastrectomy. Physical measurements, biochemical analyses in peripheral blood and food frequency questionnaire testing were performed prior to surgeries, one month and three months after the surgeries. As compared with initial values, both body weight and body mass index were significantly decreased three months after the surgery ($p < 0.01$). Most of biochemical indexes in peripheral blood were also remarkably improved. The value of % excess weight loss (%EWL) was significantly increased until three months after the surgery ($p < 0.01$). The value of %EWL for three months after the surgery showed significant positive correlations with the amount of moderate activities ($p < 0.05$), moderate exercise time per week ($p < 0.05$) and moderate exercise METs per week ($p < 0.05$), respectively. In contrast, the value of % EWL for three months after the surgery showed a significant inverse correlation with the duration of sitting time ($p < 0.01$). Our preliminary studies suggest that the preservation of activity and exercise in the early period after surgeries may be critical for maintaining postoperative body weight.