

減量後の体重維持に寄与する 活動・座位・睡眠パターンの解明

東京大学大学院 笹井 浩 行
(共同研究者) 筑波大学 中田 由 夫

The Contributions of Objectively Measured Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep to Successful Weight Loss Maintenance

by

Hiroyuki Sasai
*Graduate School of Arts and Sciences,
The University of Tokyo*
Yoshio Nakata
*Faculty of Medicine,
University of Tsukuba*

ABSTRACT

Weight loss maintenance is considerably more challenging than weight loss itself. Previous studies have investigated the effects of behavioral factors (i.e., physical activity, sedentary behavior, and sleep) on successful weight loss maintenance using subjective instruments (e.g., questionnaires) primarily among European ethnicities. This study aimed to explore objectively measured physical activity as well as sedentary and sleep behavior that could contribute to weight loss maintenance among Japanese adults. Eligible participants comprised adults who had undergone intentional weight loss of $\geq 10\%$ of their initial body weight. They simultaneously wore tri-axial accelerometers on their waists and sleep monitors on their non-dominant wrists consecutively for two weeks to obtain various physical activities and sedentary

and sleep variables. Associations between the degree of weight loss maintenance and activity, sedentary, and sleep variables were investigated using multiple linear regression analyses after allowing for potential confounding factors. The final sample for analysis comprised 25 adults (16 women) with a mean body mass index of 23.4 kg/m². The median value for the maintained weight loss rate ($[\text{maximum weight} - \text{current weight}] / \text{maximum weight} * 100$) was 12.5%. Compared with those who maintained a weight loss of < 12.5%, those who maintained a weight loss of $\geq 12.5\%$ showed a tendency for a longer total sleep time (adjusted mean difference: 66.1 min, 95% confidence interval: -14.0, 146.3, $P=0.10$). The remainders for the other behavioral variables did not differ between the two groups. In conclusion, compared with those with lower weight loss maintenance, those with greater weight loss maintenance tended to have a longer total sleep time. However, further studies are required with a larger sample size to allow for sufficient statistical adjustment.

要 旨

本研究では、身体活動、座位行動、睡眠を客観的に測定し、日本人における減量後の体重維持の成功要因を探索することを目的とした。対象者は10%以上の減量を経験した成人男女とした。身体活動と座位行動は左腰部に装着した活動量計で、睡眠は非きき腕手首に装着した睡眠計を用いて2週間にわたって計測した。最高体重と現体重の差から算出した体重維持率と身体活動、座位行動、睡眠の関連を線形回帰分析により検証した。分析対象者は25人（女性16人）で、平均body mass indexは23.4 kg/m²、体重維持率の中央値は12.5%であった。体重維持率が中央値未満に比べ、中央値以上で総睡眠時間が長い傾向にあった（調整平均値差：66.1分、95%信頼区間：-14.0, 146.3分、 $P=0.10$ ）。その他の変数と体重維持率に顕著な関連は認められなかった。減量後の体重維持率が高い者は睡眠時間が長い傾向にあることが示唆された。本研究は対象者数が十分でないため、今後さらなる検証が必要である。

諸 言

肥満者において減量よりも、その後の体重維持の方が難しく¹⁾、数年以内に元の体重かそれ以上に返ることが多い。我々の研究チームは、過去20年以上にわたり肥満者に対する減量介入研究をおこない、3ヵ月間で平均8 kgの体重減少と顕著な健康利益が得られることを報告してきた^{2,4)}。しかし、その多くが1～2年後には体重が戻り、減量により得られた健康利益は失われる⁵⁾。わが国では、body mass index (BMI)が25 kg/m²以上の肥満者数は、特に男性で年々増加しており、40歳台から60歳台では30%以上が肥満に該当する⁶⁾。また、平成20年度から特定健診・保健指導が開始され、腹部肥満を有する有所見者を抽出し、体重減少を促す保健指導を義務化している。このような社会的背景から減量後の体重維持の重要性は高い。

減量後の体重維持の成功に寄与する要因を探索する先行研究として米国のNational Weight Control Registry (NWCR)が著名である。NWCRは、1993年に構築された13.6 kg (30 lb)

以上の意図的な減量を1年間以上維持している人を登録する仕組みである⁷⁾。NWCRには、現在1万人以上の体重維持成功者が登録されており⁸⁾、これまで減量後の体重維持を規定する様々な要因が報告されてきた。具体的には、体重維持成功者は身体活動量が高く⁹⁾、エネルギー摂取量や脂肪摂取量が低く¹⁰⁾、朝食を摂る頻度が高く¹¹⁾、自己体重の測定頻度が高く¹²⁾、平日も週末も食事パターンが崩れにくい¹³⁾。また、抑うつ度ややけ食い傾向が低く¹⁴⁾、医学的な理由で減量をした人¹⁵⁾は体重維持に成功しやすいとされる。

これら米国の先行研究での課題のひとつは、減量後の体重維持を規定しうる身体活動や睡眠等の行動要因が質問票により主観的に評価されている^{9, 16)}ことである。さらに、食習慣や運動環境、文化的背景に加え、明らかに体格が異なる日本人において、米国の知見を適用するには限界がある。そこで本研究では、身体活動、座位行動、睡眠を客観的かつ詳細に測定し、日本人成人における減量後の体重維持に寄与する要因を探索することを目的とした。

1. 研究方法

1. 1 対象者

対象者の採択基準は18歳以上65歳未満で、過去に意図的に10%以上¹⁷⁾減量した経験があり、活動制限など日常生活に支障がない成人とした。除外基準は、調査期間中に夜勤やシフト勤務、長期出張等、日常生活から著しく乖離する生活が予想される者とした。対象者は、茨城県の県南地域を配布域とする無料地域情報誌を通じて募集し、電話またはE-mailにて申し込みを受け付けた。対象者の適格基準は受付の際に確認した。応募者は茨城県つくば市で開催された約1時間の研究説明会に参加し、研究協力が得られた場合に、書面にて同意書を提出した。その後、後述する調査機器および質問紙に関する詳細な説明を受けた。な

お、本研究を完遂した対象者は、1人5000円の謝礼を受け取った。本研究は東京大学大学院総合文化研究科に属するヒトを対象とした実験研究に関する倫理審査委員会による承認を得た（承認番号：556）。

1. 2 調査項目

対象者には研究説明会における教示に従い、自宅や職場等の日常生活場面にて、調査機器2種（活動量計・睡眠計）を同時かつ連続2週間にわたり装着するよう求めた。また、活動量計および睡眠計の装着期間が終了するまでの任意の時期に質問票への回答を依頼した。

1. 2. 1 身体活動・座位行動

活動量計（Active style Pro HJA-750C、オムロンヘルスケア社）は左腰部のベルト等に装着する小型の機器で、身体活動と座位行動を計測するために用いた。対象者には、本機器を起床から入床までの覚醒時間を通じて、1日あたり14～16時間程度装着するよう求めた。ただし、入浴や水泳など水没の危険性がある時や、サッカーやラグビー等のコンタクトスポーツ等の破損が懸念される時には本機器を外すよう求めた。活動量計にはディスプレイがあるが、調査期間中は時刻以外が表示されないように設定し、活動量の表示が対象者へのフィードバックとならないよう配慮した。

活動量計データは、本活動量計データに特化した解析マクロを用いて処理した。本活動量計は、妥当性の検証されたアルゴリズムに従って、1分ごとの活動強度（metabolic equivalents: METs）を推定できる¹⁸⁾。推定されたMETsに基づき、1.0～1.5 METsを座位行動、3.0 METs以上を中高強度身体活動として算出した。加えて、国内外の先行研究^{19, 20)}や国際的な身体活動ガイドライン²¹⁾で用いられている、30分以上継続した座位行動、10分以上継続した中高強度身体活動および歩数を算出した。なお、データの採用基準は、

1日10時間以上の装着が確認できた有効日が、2週間のうち7日以上あることとし、採用基準を満たした日の平均値を個人ごとに算出した。

1. 2. 2 睡眠状況

睡眠計 (ActiGraph GT3X+, ActiGraph 社) は腕時計型の機器であり、睡眠状況を計測した²²⁾。対象者には、睡眠計を終日 (1日24時間) にわたり、非きき腕手首に装着するよう求めた。睡眠計にはディスプレイが搭載されておらず、調査期間中に結果をうかがい知ることはできない。本睡眠計は加速度を 30 Hz で計測し、カウントと呼ばれる1分ごとのデータにまとめることができる。まず、24時間のカウントデータの推移から、手で睡眠期間を区切った。次に、Cole-Kripke のアルゴリズム²³⁾を用いて、睡眠期間中における睡眠または覚醒を判断した。この睡眠または覚醒状況に基づいて睡眠諸変数を算出した。算出した睡眠変数は、総睡眠時間 (実際に睡眠していた時間)、睡眠潜時 (入床から入眠までの時間)、睡眠効率 (入床から離床までの期間中における睡眠時間の割合)、入眠後覚醒時間 (入眠後に中途覚醒した時間)、中途覚醒回数 (入眠後に中途覚醒した回数) とした。なお、解析に使用したソフトは ActiLife v6.13.3 (ActiGraph 社) であった。

1. 2. 3 質問紙調査

調査項目は、減量後の体重維持に関連しうる人口統計学的変数、体重管理状況、食行動であった。人口統計学的変数として、性、年齢、就業状況 (終日就業、その他)、教育歴 (大学卒以上、未満)、婚姻状況 (既婚、既婚以外)、喫煙 (有無)、飲酒 (有無) を調査した。体重管理状況として、現在の身長、体重、BMI、肥満 ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) の有無、最高体重、最高体重時の年齢、最高体重時と現在の年齢差、過去の意図的な減量回数、体重計測の頻度 (1日数回、1日1回、週数回未満) であった。食行動として食事、間食、朝食、夕食、ファストフード利用の頻度を尋ねた。

加えて、坂田による食行動尺度²⁴⁾を用いて肥満関連食行動を調査した。本食行動尺度は30項目あり、肥満者に特徴的な食行動に関する問いに対し、「そう思わない」～「全くその通り」の4件法で答えるよう求め、それぞれ1～4の得点を割り当てる。総点数の範囲は30～120で、得点が高いほど肥満者に特徴的な食行動を有していると判断される。本尺度は、「体質に関する認識」(3～12点)、「空腹感・食動機」(3～12点)、「代理摂食」(6～24点)、「満腹感覚」(5～20点)、「食べ方」(3～12点)、「食事内容」(5～20点)、「リズム異常」(5～20点)の下位尺度で構成されている。

1. 3 統計解析

初めに、減量後の体重維持の程度を示す体重維持率 ($[\text{最高体重} - \text{現体重}] \div \text{最高体重} \times 100$) を算出した。体重維持率は高いほど減量後の体重維持に成功していることを意味する。次に、体重維持率の中央値に基づいて対象者を2群に分類し、その群間で人口統計学的変数、体重管理状況、食行動を比較した (表1)。この時、離散変数には χ^2 検定、連続変数には対応のない t 検定を用いた。同様に、身体活動、座位行動、睡眠状況を、群間比較した (表2)。最後に、身体活動、座位行動、睡眠状況を目的変数、体重維持率のカテゴリ (中央値未満か以上) を説明変数とした線形回帰分析を施した (表3)。モデル1では、調整変数を用いず、体重維持率が中央値未満を参照群とし、中央値以上の回帰係数とその95%信頼区間を算出した。モデル2では、性、年齢、最高体重、最高体重時と現在の年齢差を調整して同様に解析しデータハンドリングと統計解析は統計開発環境 R (3.2.4 for Windows 64-bit) を用い、統計学的有意水準は5%に設定した。

表 1 体重維持率で分類した人口統計学的変数, 体重管理状況および食行動

	全体 (25 人)	体重維持率		P 値
		<12.5% (12 人)	≥ 12.5% (13 人)	
人口統計学的変数				
性別（女性），人（％）	16 (64.0)	6 (50.0)	10 (76.9)	0.33
年齢，歳	48.6 (8.7)	49.2 (10.7)	48.2 (6.8)	0.78
終日就業，人（％）	14 (56.0)	9 (75.0)	5 (38.5)	0.15
大学卒以上，人（％）	11 (44.0)	6 (50.0)	5 (38.5)	0.86
既婚，人（％）	21 (84.0)	11 (91.7)	10 (76.9)	0.65
喫煙，人（％）	2 (8.0)	1 (8.3)	1 (7.7)	1.00
飲酒，人（％）	12 (48.0)	6 (50.0)	6 (46.2)	1.00
体重管理状況				
身長，cm	163.2 (8.0)	164.8 (8.7)	161.6 (7.2)	0.33
体重，kg	62.6 (11.1)	66.9 (11.8)	58.7 (9.1)	0.07
BMI，kg/m ²	23.4 (3.1)	24.5 (2.8)	22.5 (3.1)	0.10
BMI25kg/m ² 以上，人（％）	8 (32.0)	5 (41.7)	3 (23.1)	0.57
最高体重，kg	72.3 (13.4)	72.2 (13.3)	72.3 (14.0)	0.98
最高体重時の年齢，歳	37.8 (10.9)	38.4 (12.8)	37.2 (9.3)	0.80
最高体重時と現在の年齢差，歳	10.8 (10.3)	10.8 (11.0)	10.9 (10.1)	0.97
意図的な減量歴，回	3.20 (2.83)	3.75 (3.86)	2.69 (1.32)	0.38
体重計測頻度，人（％）				0.97
1 日数回	4 (16.0)	2 (16.7)	2 (15.4)	
1 日 1 回	11 (44.0)	5 (41.7)	6 (46.2)	
週に数回未満	10 (40.0)	5 (41.7)	5 (38.5)	
食行動				
食事頻度（1 日 3 回），人（％）	22 (88.0)	10 (83.3)	12 (92.3)	0.94
間食頻度（なし），人（％）	9 (36.0)	4 (33.3)	5 (38.5)	1.00
朝食頻度，回 / 週	5.86 (2.02)	5.54 (2.33)	6.15 (1.72)	0.47
外食頻度，回 / 週	1.46 (1.83)	1.29 (1.29)	1.62 (2.26)	0.66
ファストフード利用頻度（なし），人（％）	19 (76.0)	9 (75.0)	10 (76.9)	1.00
肥満関連食行動スコア，点				
体質に関する認識（3 ～ 12 点）	8.20 (2.38)	8.42 (2.57)	8.00 (2.27)	0.67
空腹感・食動機（3 ～ 12 点）	7.92 (2.47)	8.08 (2.15)	7.77 (2.80)	0.76
代理摂食（6 ～ 24 点）	16.6 (3.9)	17.6 (3.9)	15.6 (3.7)	0.21
満腹感覚（5 ～ 20 点）	14.6 (3.5)	14.8 (3.2)	14.4 (3.8)	0.80
食べ方（3 ～ 12 点）	7.04 (1.43)	6.75 (1.14)	7.31 (1.65)	0.33
食事内容（5 ～ 20 点）	10.4 (2.9)	11.2 (2.5)	9.7 (3.2)	0.21
リズム異常（5 ～ 20 点）	9.36 (3.20)	9.33 (3.42)	9.38 (3.12)	0.97
総得点（30 ～ 120 点）	74.0 (14.0)	76.1 (13.4)	72.2 (14.9)	0.49

連続量は平均値 (標準偏差) で, 離散量は人 (%) で示した

BMI: body mass index

2. 研究結果

募集期間中に 29 人から E-mail または電話での応募を受け付けた。そのうち 26 人が研究説明会 (2 人は郵送にて説明) に参加し, 25 人から書面での同意が得られた。同意が得られた 25 人を対象に調査をおこない, 25 人全員から有効回答が得られた。ただし, 睡眠計の不具合が 1 人で生じたことから, 睡眠に関連する変数のみ分析対象者

数は 24 人となった。

表 1 には, 体重維持率で分類した人口統計学的変数, 体重管理状況, 食行動を示した。体重維持率の群間で有意差を認める項目はなかったものの, 体重維持率が低い群に比べて高い群で, 終日就業している割合が低く, 体重や BMI が少なく, 代理摂食 (他人につられて食べてしまう, イライラすると食べて発散する, など) や肥満を助長する食事内容 (脂っこいもの, ファストフードなど)

表2 体重維持率で分類した身体活動、座位行動、睡眠状況

	全体 (25 人)	体重維持率		P 値
		<12.5% (12 人)	≥ 12.5% (13 人)	
身体活動・座位行動				
有効日数, 日	12.1 (1.1)	12.4 (0.7)	11.8 (1.3)	0.24
装着時間, 時間 / 日	933.6 (103.3)	944.3 (90.7)	924.6 (115.9)	0.64
座位行動, 分 / 日	489.0 (117.4)	470.4 (132.4)	504.8 (105.9)	0.50
30 分以上継続する座位行動, 分 / 日	164.2 (80.6)	151.5 (80.4)	174.8 (82.5)	0.49
中高強度身体活動, 分 / 日	79.0 (38.5)	90.6 (49.9)	69.2 (23.0)	0.21
10 分以上継続する中高強度身体活動, 分 / 日	21.5 (19.5)	27.1 (25.2)	16.7 (12.1)	0.23
歩数, 歩 / 日	9019 (2549)	9656 (2176)	8480 (2797)	0.26
睡眠状況				
睡眠エピソード数, 回	13.8 (3.2)	14.2 (2.8)	13.5 (3.6)	0.63
総睡眠時間, 分 / 回	390.9 (84.9)	357.6 (63.9)	419.1 (92.4)	0.07
睡眠潜時, 分 / 回	6.40 (1.90)	6.93 (1.97)	5.95 (1.79)	0.22
睡眠効率, %	88.0 (3.8)	87.3 (3.4)	88.6 (4.1)	0.41
睡眠開始後覚醒時間, 分 / 回	46.8 (18.0)	44.6 (15.2)	48.7 (20.4)	0.59
中途覚醒回数, 回	17.6 (6.0)	17.0 (5.8)	18.2 (6.4)	0.65

すべて平均値 (標準偏差) で示した

睡眠状況のみ対象者数は 24 人 (両群 12 人ずつ)

表3 体重維持率と身体活動、座位行動、睡眠の関連

目的変数	モデル 1 (調整なし)			モデル 2 (調整あり)		
	回帰係数 (標準誤差)	95% 信頼区間	P 値	回帰係数 (標準誤差)	95% 信頼区間	P 値
身体活動・座位行動						
座位行動, 分 / 日	30.01 (46.66)	(-66.51, 126.54)	0.53	61.30 (49.10)	(-41.46, 164.06)	0.23
30 分以上継続する座位行動, 分 / 日	28.75 (32.35)	(-38.16, 95.67)	0.38	38.67 (36.57)	(-37.88, 115.22)	0.30
中高強度身体活動, 分 / 日	-16.25 (15.56)	(-48.44, 15.94)	0.31	-21.74 (17.32)	(-57.99, 14.51)	0.22
10 分以上継続する中高強度身体活動, 分 / 日	-8.13 (7.82)	(-24.32, 8.06)	0.31	-7.86 (8.94)	(-26.57, 10.84)	0.39
歩数, 歩 / 日	-784 (1061)	(-2979, 1410)	0.47	-727 (1203)	(-3245, 1791)	0.55
睡眠状況						
総睡眠時間, 分 / 回	61.51 (33.07)	(-7.07, 130.08)	0.08	66.14 (38.15)	(-14.01, 146.29)	0.10
睡眠潜時, 分 / 回	-0.98 (0.77)	(-2.57, 0.61)	0.21	-0.43 (0.80)	(-2.11, 1.25)	0.60
睡眠効率, %	1.29 (1.57)	(-1.96, 4.53)	0.42	0.92 (1.72)	(-2.70, 4.55)	0.60
入眠後覚醒時間, 分 / 回	4.04 (7.47)	(-11.46, 19.54)	0.59	6.41 (8.29)	(-11.01, 23.83)	0.45
中途覚醒回数, 回	1.14 (2.51)	(-4.07, 6.35)	0.65	2.24 (2.45)	(-2.91, 7.39)	0.37

睡眠状況のみ対象者数は 24 人 (両群 12 人ずつ)

回帰係数は、体重維持率が 12.5% 未満 (参照群) に比べて、12.5% 以上で目的変数にどの程度差があるかを示す

モデル 2 では、性別、年齢 (連続量)、最高体重、最高体重時と現在の年齢差を統計的に補正した

のスコアが低い傾向 ($P=0.07 \sim 0.21$) にあった。

表 2 には、体重維持率で分類した身体活動、座位行動、睡眠の状況を示した。活動量計による測定では、対象者 25 人全員が有効データを提供した。平均有効日数は 12.1 日、平均装着時間は 1 日 934 分 (15.6 時間) であった。予想に反し、体重維持率が低い群に比べて高い群で、中高強度身体活動や 10 分以上継続する中高強度身体活動、歩数が少ない傾向にあった ($P=0.21 \sim 0.26$)。睡

眠状況については、調査期間中に平均で 13.8 回の睡眠エピソードが確認された。体重維持率が低い群に比べて高い群で、総睡眠時間が長く、睡眠潜時が短い傾向にあった ($P=0.07 \sim 0.22$)。

表 3 には、体重維持率と身体活動、座位行動、睡眠状況の関連を交絡因子の影響を考慮して解析した結果を示した。すべての関連に有意差は認められなかったものの、交絡因子で調整した後でも、体重維持率が高い群で総睡眠時間が約 66 分長い

傾向にあることが示された ($P=0.10$)。

3. 考 察

本研究の目的は、客観的かつ詳細に測定した身体活動、座位行動、睡眠に着目し、日本人成人における減量後の体重維持の成功要因を探索することであった。その結果、体重維持率が低い群に比べて高い群で、総睡眠時間が約 66 分長い傾向にあることが示された。

減量後の体重維持の成功要因を検証した米国の NWCR においても、本研究と同様に体重維持者で睡眠時間が長いこと¹⁶⁾が示されている。NWCR 登録者 690 人と減量介入研究に参加登録した肥満者 75 人の睡眠状況を比較したところ、睡眠時間が 6 時間未満の割合が NWCR 登録者で 7.0%、肥満者で 18.7% であり、体重維持者で有意にその割合が少ないことが報告されている。また、睡眠潜時も NWCR 登録者が 17.4 分であるのに対し、肥満者で 23.6 分であった。これらの結果は、本研究による客観的な睡眠時間も体重を維持していた群で長かったこと、睡眠潜時が短かったことを支持する結果である。この先行研究¹⁶⁾では、睡眠状況を Pittsburgh Sleep Quality Index²⁵⁾を用いて主観的に評価している。一方で、本研究では睡眠を妥当性の確認された睡眠計により計測している。そのため、報告バイアスが混入するリスクを低減し、先行研究を支持する結果を追加した点で、学術的貢献が高いと考えられる。

肥満や体重維持と睡眠との関連についていくつかの機序が指摘されている。具体的には、睡眠時間の低下に伴い、満腹感のシグナルを伝達するレプチンの血中濃度が低下することや、胃から分泌され空腹感を惹起するグレリンの血中濃度が上昇すること、覚醒時間の増加に伴う摂食機会の増加が生じることなどである。これらの機序から結果的に摂取エネルギーの増加を来し、肥満や体重管理の困難さにつながっているのかもしれない。

本研究では、レプチンやグレリン等の食欲関連ホルモンの血中濃度や摂取エネルギーを測定していないため推察に過ぎないが、上記のような機序が働いたことにより、体重維持と総睡眠時間が関連する傾向がみられたのかもしれない。

本研究の強みのひとつは、減量後の体重維持に寄与しうる身体活動、座位行動、睡眠等の行動要因を客観的かつ詳細に測定している点である。減量後の体重維持の関連要因を検討した先行研究の多く^{9, 16)}で、これらの行動要因が質問票により主観的に把握されている。客観的に測定している研究²⁶⁾であっても、調査期間は概ね 1 週間であり、習慣的な状況を把握するのに十分とはいえない。その点、本研究では 2 週間の調査期間を設けており、習慣的な身体活動や座位行動、睡眠状況をより反映していると考えられる。

本研究の限界のひとつは標本数が少ないことである。そのため、統計モデルにおける補正変数の数を制限せざるを得なかった。そのため、考慮できていない交絡因子が他にも存在すると考えられ、残差交絡が生じていることを否定できない。今後は対象者数を増やし、本研究で示唆した行動要因の独立した関連を検証する必要がある。また、本研究はあくまで横断的な検証であり、因果の逆転が生じている可能性がある。すなわち、睡眠をはじめとした行動要因が体重維持に影響しているのか、逆に体重維持状況が行動に影響しているのかを横断研究デザインでは判断できない。今後は、縦断研究や介入研究に検証が必要と考えられる。最後に、本研究では対象者の食行動を調査しているものの、食事内容を定量的に調査していない点も限界のひとつである。考察で述べたように、睡眠時間が短いことはエネルギー摂取量の増加につながる可能性が指摘されている。そのため、食事内容を定量的に評価することにより睡眠時間と体重維持との関連をより説明できるのかもしれない。この点も今後の研究にて改善すべき点である。

本研究は、減量後の体重維持に寄与する行動要因について、本邦で初めて検証した研究である。今後は、対象者数を増やし、日本人成人を対象とした減量後の体重維持への寄与因子を縦断的に明らかにし、有効性の高い予防改善プログラムの構築へとつなげる必要がある。

4. 結 論

本研究の目的は、客観的かつ詳細に測定した身体活動、座位行動、睡眠に着目し、日本人成人における減量後体重維持の成功要因を探索することであった。体重維持率が低い群に比べて高い群で、総睡眠時間が約 66 分長い傾向にあることが示唆された。この結果は、主に米国で検証された関連を、客観的な指標を用いて新たに明らかにした点で学術的な貢献があると考えられる。今後は、より対象者数を増やし、縦断的デザインを取り入れ、日本人成人を対象とした減量後の体重維持への寄与因子を明らかにし、有効性の高い予防改善プログラムの構築へとつなげる必要がある。

謝 辞

本研究に対する助成をいただいた公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団にこの場を借りて感謝申し上げる。研究説明会、データ収集等の補助をしていただいた筑波大学大学院博士課程人間総合科学研究科・若葉京良氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) Kraschnewski J.L., Boan J., Esposito J., Sherwood N.E., Lehman E.B., Kephart D.K., Sciamanna C.N., Long-term weight loss maintenance in the United States, *Int. J. Obes. (Lond)*, **34**: 1644-1654 (2010)
- 2) Sasai H., Katayama Y., Nakata Y., Ohkubo H., Tanaka K., Obesity phenotype and intra-abdominal fat responses to regular aerobic exercise, *Diabetes Res. Clin. Pract.*, **84**: 230-238 (2009)

- 3) Sasai H., Katayama Y., Nakata Y., Eto M., Tsujimoto T., Ohkubo H., Tanaka K., The effects of vigorous physical activity on intra-abdominal fat levels: a preliminary study of middle-aged Japanese men, *Diabetes Res. Clin. Pract.*, **88**: 34-41 (2010)
- 4) Nakata Y., Sasai H., Current review of intervention studies on obesity and the role of physical activity in weight control, *J. Phys. Fit. Sports Med.*, **4**: 321-329 (2015)
- 5) Nakata Y., Okada M., Hashimoto K., Harada Y., Sone H., Tanaka K., Weight loss maintenance for 2 years after a 6-month randomised controlled trial comparing education-only and group-based support in Japanese adults, *Obes. Facts*, **7**: 376-387 (2014)
- 6) 厚生労働省. 平成 28 年「国民健康・栄養調査」の結果. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000177189.html> (2017 年 10 月 30 日 アクセス)
- 7) Klem M.L., Wing R.R., McGuire M.T., Seagle H.M., Hill J.O., A descriptive study of individuals successful at long-term maintenance of substantial weight loss, *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**: 239-246 (1997)
- 8) Thomas J.G., Bond D.S., Phelan S., Hill J.O., Wing R.R., Weight-loss maintenance for 10 years in the National Weight Control Registry, *Am. J. Prev. Med.*, **46**: 17-23 (2014)
- 9) Catenacci V.A., Ogdan L.G., Stuhlt J., Phelan S., Wing R.R., Hill J.O., Wyatt H.R., Physical activity patterns in the National Weight Control Registry, *Obesity (Silver Spring)*, **16**: 153-161 (2008)
- 10) Shick S.M., Wing R.R., Klem M.L., McGuire M.T., Hill J.O., Seagle H., Persons successful at long-term weight loss and maintenance continue to consume a low-energy, low-fat diet, *J. Am. Diet Assoc.*, **98**: 408-413 (1998)
- 11) Wyatt H.R., Grunwald G.K., Mosca C.L., Klem M.L., Wing R.R., Hill J.O., Long-term weight loss and breakfast in subjects in the National Weight Control Registry, *Obes. Res.*, **10**: 78-82 (2002)
- 12) Butryn M.L., Phelan S., Hill J.O., Wing R.R., Consistent self-monitoring of weight: a key component of successful weight loss maintenance, *Obesity (Silver Spring)*, **15**: 3091-3096 (2007)
- 13) Gorin A.A., Phelan S., Wing R.R., Hill J.O., Promoting long-term weight control: does dieting consistency matter? *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, **28**: 278-281 (2004)
- 14) Klem M.L., Wing R.R., McGuire M.T., Seagle

- H.M., Hill J.O., Psychological symptoms in individuals successful at long-term maintenance of weight loss, *Health Psychol.*, **17**: 336-345 (1998)
- 15) McGuire M.T., Wing R.R., Klem M.L., Seagle H.M., Hill J.O., Long-term maintenance of weight loss: do people who lose weight through various weight loss methods use different behaviors to maintain their weight? *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, **22**: 572-527 (1998)
- 16) Ross K.M., Thomas J.G., Wing R.R., Successful weight loss maintenance associated with morning chronotype and better sleep quality, *J. Behav. Med.*, **39**: 465-471 (2016)
- 17) Wing R.R., Hill J.O., Successful weight loss maintenance, *Annu. Rev. Nutr.*, **21**: 323-341 (2001)
- 18) Ohkawara K., Oshima Y., Hikihara Y., Ishikawa-Takata K., Tabata I., Tanaka S., Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm, *Br. J. Nutr.*, **105**: 1681-1691 (2011)
- 19) Kurita S., Yano S., Ishii K., Shibata A., Sasai H., Nakata Y., Fukushima N., Inoue S., Tanaka S., Sugiyama T., Owen N., Oka K., Comparability of activity monitors used in Asian and Western-country studies for assessing free-living sedentary behaviour, *PLoS One*, **12**: e0186523 (2017)
- 20) Troiano R.P., Berrigan D., Dodd K.W., Mâsse L.C., Tilert T., McDowell M., Physical activity in the United States measured by accelerometer, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **40**: 181-188 (2008)
- 21) World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/ (2017年10月30日アクセス)
- 22) Kim M., Sasai H., Kojima N., Kim H., Objectively measured night-to-night sleep variations are associated with body composition in very elderly women, *J. Sleep Res.*, **24**: 639-647 (2015)
- 23) Cole R.J., Kripke D.F., Gruen W., Mullaney D.J., Gillin J.C., Automatic sleep/wake identification from wrist activity, *Sleep*, **15**: 461-469 (1992)
- 24) 坂田利家. 肥満症治療マニュアル. 医歯薬出版株式会社, 東京, 17-38 (1996)
- 25) Buysse D.J., Reynolds C.F. 3rd, Monk T.H., Berman S.R., Kupfer D.J., The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research, *Psychiatry Res.*, **28**: 193-213 (1989)
- 26) Catenacci V.A., Grunwald G.K., Ingebrigtsen J.P., Jakicic J.M., McDermott M.D., Phelan S., Wing R.R., Hill J.O., Wyatt H.R., Physical activity patterns using accelerometry in the National Weight Control Registry, *Obesity (Silver Spring)*, **19**: 1163-1170 (2011)