

■ 原著

女性肥満患者における日常の身体活動は 運動療法の効果に影響する

Difference in physical activity level by occupation affects the effect of
exercise therapy on metabolic measures in overweight females

井垣 誠^{1,2)} 本田 寛人³⁾ 小松 素明²⁾ 坂上 元祥¹⁾

Makoto Igaki^{1,2)} Hiroto Honda³⁾ Motoaki Komatsu¹⁾ Motoyoshi Sakaue²⁾

1) 兵庫県立大学大学院 環境人間学研究科

2) 公立豊岡病院日高医療センター リハビリテーション技術科

〒669-5392 兵庫県豊岡市日高町岩中 81 番地

Tel : 0796-42-1611 Fax : 0796-42-2344 E-mail : ptigaki@yahoo.co.jp

3) 藍野大学 医療保健学部理学療法学科

1) Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo

2) Department of Rehabilitation, Toyooka Public Hospitals' Association Hidaka Medical Center

81 Iwanaka, Hidaka-cho, Toyooka-city, Hyogo 669-5392, Japan

TEL+81 796-42-1611

3) Department of Physiotherapy, Aino University

保健医療学雑誌 9 (1): 19-24, 2018. 受付日 2017年11月21日 受理日 2018年1月5日

JAHS 9 (1): 19-24, 2018. Submitted Nov. 21, 2017. Accepted Jan. 5, 2018.

ABSTRACT:

The purpose of this study was to clarify whether effect of exercise therapy was differed by physical activity level relating to occupation. The study subjects were 34 overweight females; 16 desk workers (D group) and 18 homemakers (H group). The subjects had performed supervised exercise therapy for 40 minutes using treadmills or bicycle ergometers, 2 or 3 times per week for 6 months. After 6 months of the therapy, BMI, waist circumference and systolic / diastolic blood pressure of the D group had significantly decreased, whereas there were not any changes in other measures. In the H group, in addition to BMI, waist circumference and diastolic blood pressure, F-IRI and HOMA-R also decreased significantly. It was shown that the exercise therapy had significant effects on body weight and blood pressure in the both groups, whereas reduction in insulin resistance was observes only in the homemakers. The supervised program was effective for overweight females, with different effects on metabolic measures due to difference in physical activity level by the occupation.

Key words: overweight females, exercise therapy, insulin resistance

要旨：

日常の身体活動量と運動療法の効果との関連を明らかにするため、職業による分類を行って運動療法の効果を検証した。対象は職業が座業あるいは専業主婦で、BMIが 25.0kg/m^2 以上の女性肥満患者34名（年齢 58.7 ± 8.1 歳）である。職業が座業である者（座業群）と専業主婦である者（主婦群）に分けて6か月間の運動療法の効果を解析した。座業群（16名）はBMI、ウエスト周囲長、血圧が有意に低下した。主婦群（18名）ではBMI、ウエスト周囲長、空腹時インスリン値、HOMA-R、血圧が有意に低下した。主婦群では座業群と比べて1日全体の身体活動が多く、このことがインスリン抵抗性改善に繋がったもの推察する。肥満患者に対する運動療法では施設管理下でのプログラムだけでなく、それ以外の日常生活の身体活動量が運動療法の効果に関与することが示唆された。

キーワード：肥満女性、運動療法、インスリン抵抗性

はじめに

近年、身体活動を促すことは生活習慣病の予防、管理において重要な治療法の1つとなった。一方で座位行動を含む身体不活動の概念^{1,2)}が注目され、身体不活動は肥満や死亡率と関連していることが報告されている。Levineら³⁾は、non-exercise activity thermogenesis (以下NEATと略す)と座位時間が肥満に与える影響を調べ、やせた人では肥満者より座位時間が1日164分短く、立位もしくは動いている時間が1日152分多かったことを明らかにした。また、van der Ploegら⁴⁾は、心疾患既往者・糖尿病患者を対象にして1週間の歩行時間と1日の座位時間によってグループ化し、年間1,000人あたりの死亡数について検討している。その結果、座位時間の増加は歩行時間に関連なく死亡数を増加させることを報告した。座位時間が短いグループでは歩行時間が長くなるにつれて死亡数は減少していたことから、言い換えれば座位時間の多さによって運動療法の効果が打ち消されてしまう可能性が考えられる。

我々は、外来の生活習慣病患者に対して病院リハビリテーション室を利用した通院での運動療法が実践できるよう指導しているが、上記の先行研究と同様に運動療法のコンプライアンスが良好な患者においても院外での身体活動の多寡が減量やインスリン抵抗性の改善効果に関連している印象を受けている。これまで、生活習慣病患者に対する運動療法において、日常生活での身体活動の違いが運動療法の効果に影響を与えるかどうかを検討した報告はない。本研究では、職業の身体活動の差による運動療法の効果への影響を明らかにすることを目的として、座位時間が最も多いと思われる座業の患者と、こまめに動くことが多いと思われる主婦の患者の2群において、

運動療法の効果に違いがあるかどうかを検討した。

対象と方法**対象**

対象は公立豊岡病院日高医療センター内科外来を受診し、職業が座業あるいは専業主婦で、Body mass index (以下BMIと略す)が 25.0kg/m^2 以上の女性肥満患者34名（年齢 58.7 ± 8.1 歳、BMI $28.5 \pm 3.3\text{kg/m}^2$ ）である。座位時間が1日6時間以上の成人では、3時間未満の人と比べて総死亡リスクが高くなるという先行研究⁵⁾を参考に、座業の定義は事務、製造、販売等の職種で、1日おおよそ8時間勤務のうち、その8割以上が座位姿勢であることとした。疾患の内訳は高血圧20名、糖尿病5名、脂質異常症9名であった。糖尿病患者のうち空腹時血糖値が 150mg/dL 以上の者、インスリンやインスリン分泌促進薬の使用者は除外した。また、心血管疾患、呼吸器疾患、運動が困難な運動器疾患を有する者、また身体活動レベル (physical activity level : PAL) がⅢレベルで十分な運動習慣がある者も除外した。本研究は公立豊岡病院日高医療センター倫理審査委員会の承認を得ており (承認番号：第12号)、全対象者が運動療法の実施に同意した。研究デザインは後ろ向き観察研究である。

方法**介入の手順**

対象者は初診時に医師による通常のメディカルチェックを受けた。その後、心肺運動負荷試験の結果により運動療法処方箋を作成し、紙面を用いた運動療法の説明と実技指導を行った。心肺運動負荷試験は自転車エルゴメーターを使用して、20wattsで2分間のウォーミングアップ後、15～20watts/minのramp負荷を行った。そして、予測最大心拍数の85%、収縮期血圧230mmHg、

Borg 指数 17 点の到達を中止基準として症候限界性に実施した。換気性作業閾値 (Ventilation threshold; 以下 VT と略す) は V-slope 法を中心として 3 名の検者によって決定した。

運動療法

運動療法は当院リハビリテーション室で行ない、対象者は週 2~3 回の通院・監視型の運動療法を 6 か月間実施した。運動種目はトレッドミル、自転車エルゴメーターを用いた 40 分間の有酸素運動であり、運動強度は VT における負荷値の 90% に相当する心拍数を指標として行った。運動中は心拍数や自覚的運動強度 (Borg 指数) を評価し、監視下にて運動療法を実施した。運動療法の期間中は月 1 度、管理栄養士による食事療法の教育が行われ、エネルギー摂取量は 1,400~1,800 kcal に設定した。また、各疾患の病態に応じて、塩分制限、コレステロール制限の指導を追加した。評価項目および統計処理

運動療法の効果について、職業が座業である者 (以下座業群と略す) と専業主婦である者 (以下主婦群と略す) に分けて解析を行った。評価項目は 1 日歩数、BMI、ウエスト周囲長、空腹時血糖値、空腹時インスリン値、HOMA-R、血清脂質、血圧で、開始時、6 か月後に測定した。採血は前日午後 9 時から絶食し、早朝空腹時に行った。また、運動の急性効果が影響しないよう検査前日の運動は禁止した。統計解析は SPSS for Windows (ver. 13.0) を使用した。各データは Shapiro-Wilk 検定にて正規性を確認し、座業群、主婦群の両群間の比較には Student's t-test を、運動療法開始時から 6 か月後の比較には Paired t-test を用いた。数値は平均値 ± 標準偏差で示し、危険率は 5% とした。

結果

対象者は、座業群 16 名、主婦群 18 名に群分けされた。両群のプロフィールを Table 1 に示す。本研究の介入期間中に投薬内容の変更は行われなかった。両群の比較において、年齢、6 か月間の通院運動療法の回数に有意な差はなかった。日常生活における 1 日の歩数は、座業群 5216 ± 1249 歩、主婦群 6362 ± 1668 歩で主婦群の歩数が有意に多かった ($p=0.03$)。その他のベースラインにおける各項目の両群間の比較では、有意差は認めな

かった。また、研究期間中、病院以外で特別な身体活動を行っていた対象者はなかった。

開始時から 6 か月後の変化を表 2 に示す。座業群は BMI が 28.7 ± 3.9 から $27.1 \pm 3.5 \text{ kg/m}^2$ ($p=0.001$) へ、ウエスト周囲長は 87.7 ± 8.3 から $82.9 \pm 6.6 \text{ cm}$ ($p=0.007$) へと有意に減少し、減量効果を認めた。血圧は、収縮期血圧 ($p=0.009$)、拡張期血圧 ($p=0.04$) ともに有意に低下した。他の項目では変化を認めなかった。

一方、主婦群でも BMI は 28.2 ± 2.8 から $27.4 \pm 2.3 \text{ kg/m}^2$ ($p=0.003$) へ、ウエスト周囲長は 88.7 ± 7.9 から $85.3 \pm 6.8 \text{ cm}$ ($p=0.02$) へと減少し、有意な減量効果を認めた。そして、空腹時インスリン値は 8.0 ± 3.0 から $5.6 \pm 2.3 \mu\text{U/mL}$ へ ($p=0.001$)、HOMA-R は 2.00 ± 0.75 から 1.38 ± 0.62 ($p=0.001$) へ有意に低下した。血清脂質は全てのデータに有意差を認めなかった。血圧については、拡張期血圧が有意に低下していた ($p=0.04$)。

考察

両群ともに 6 か月間の運動療法により減量、降圧効果を認めたが、インスリン抵抗性改善の効果を示したのは主婦群のみであった。このことは、日常生活全体における身体活動量が運動療法によるインスリン抵抗性改善の効果に影響を与えている可能性が示唆された。

座業群は事務を主体とする机上の業務であり、対象者は仕事に 1 日 7 時間以上の座位をとっていた。全例が自家用車で通勤しており、1 日の身体活動の大半は出勤前と帰宅後に行う家事動作が占める。主婦群では、掃除、洗濯、買い物などでこまめに動くことが多く、昼間の座位時間は 3 時間程度であった。座位時間を減らす、つまり NEAT を増やすことに関しては、5 時間の連続した座位行動において、20 分毎に 3.2 km/h での 2 分間の歩行、20 分毎に $5.8 \sim 6.4 \text{ km/h}$ での 2 分間の歩行のいずれもパターンでも血糖値とインスリン値に有意な低下を認めたという報告がある⁶⁾。また、Hamasaki ら⁷⁾は薬物療法をしていない糖尿病患者 45 名を対象に、NEAT スコア (NEAT に関連する活動指標) と代謝指標との関連を検討したところ、NEAT スコアとインスリン値とは負の相関を認め、女性のみでウエスト周囲長も負の相関を認めたと報告している。今回の結果では、

Table 1. Baseline characteristics of the participants

	desk workers (n=16)	homemakers (n=18)	p value
Age (years)	56.1 ± 4.1	60.9 ± 10.0	0.08
Diagnosis (n)			
Type 2 diabetes	3	2	
Hypertension	10	10	
Dyslipidemia	3	6	
VT (ml/min/kg)	12.5 ± 1.9	11.7 ± 1.6	0.72
VT-HR (beats/min)	105.2 ± 11.3	103.4 ± 12.7	0.66
VT-load (watts)	55.7 ± 9.8	53.1 ± 12.1	0.69
The number of exercise therapy (number / 6M)	66.6 ± 23.0	68.4 ± 21.2	0.81
Average number of steps per day (steps / day)	5215 ± 1249	6362 ± 1668	0.03
Medications (n)			
Alpha-glucosidase inhibitors	2	1	
Thiazolidine derivatives	1		
Biguanides	1	1	
Calcium channel blockers	6	7	
Angiotensin II receptor blockers	6	5	
Diuretics	1	1	
Beta-adrenergic receptor antagonists	1		
Hydroxymethylglutaryl-CoA reductase inhibitors	5	7	
None	5	7	

Values are presented as the mean ± SD. p value; Student's t-test.

VT: Ventilation threshold; VT-HR: Heart rate at the VT point; VT-load: Bicycle ergometer load value at the VT point
There were participants whose medication content were duplicated.

Table 2. Changes from baseline in the evaluation criteria of each group at 6 months

	desk workers (n=16)			homemakers (n=18)		
	baseline	6 months	p value	baseline	6 months	p value
BMI (kg/m ²)	28.7 ± 3.9	27.1 ± 3.5	0.001	28.2 ± 2.8	27.4 ± 2.3	0.003
Waist circumference (cm)	87.7 ± 8.3	82.9 ± 6.6	0.007	88.7 ± 7.9	85.3 ± 6.8	0.02
FPG (mg/dL)	101.8 ± 10.3	103.5 ± 12.0	0.56	101.0 ± 8.9	98.1 ± 8.7	0.06
F-IRI (μU/mL)	8.0 ± 4.0	7.0 ± 3.5	0.20	8.0 ± 3.0	5.6 ± 2.3	0.001
HOMA-R	2.02 ± 1.02	1.87 ± 1.00	0.46	2.00 ± 0.75	1.38 ± 0.62	0.001
TG (mg/dL)	122.2 ± 59.5	119.3 ± 64.3	0.86	140.3 ± 88.0	129.8 ± 56.4	0.55
HDL-C (mg/dL)	60.0 ± 11.1	62.0 ± 15.1	0.50	55.5 ± 11.0	53.4 ± 9.0	0.33
LDL-C (mg/dL)	143.5 ± 42.3	132.6 ± 21.0	0.32	138.9 ± 33.8	135.9 ± 31.4	0.68
SBP (mmHg)	133.4 ± 18.9	121.5 ± 12.3	0.009	128.2 ± 15.2	121.6 ± 8.9	0.07
DBP (mmHg)	77.9 ± 14.7	71.5 ± 9.2	0.04	71.5 ± 9.7	68.3 ± 7.0	0.04

Values are presented as the mean ± SD. p value; baseline vs. 6 months, Paired t-test.

BMI: body mass index; FPG: fasting plasma glucose; F-IRI: fasting immunoreactive insulin level; HOMA-R: homeostasis model assessment for insulin resistance; TG: triglyceride; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure

座業群と主婦群の1日歩数の差は約1,100歩で両群の歩数に有意差があったとはいえ、この歩数の差がインスリン抵抗性改善に影響を与えていることは明らかではない。主婦群では座業群と比べてこまめに動くことが多く、NEATが多いものと推察する。対象者への聞き取りにより、主婦群は炊事動作で立位をとる時間が長いことがわかり、歩数計では正確にカウントされない身体活動が多い可能性がある。Hensonら⁸⁾は7.5時間の連続座位中、30分毎に5分ずつ立位をとるだけでも血糖値やインスリン値が低下することを示しており、本研究における主婦群の立位時間の多さもインスリン抵抗性改善に関与しているものと考えられる。したがって、両群の通院運動療法の回数は同程度であったことから、主婦群の日常生活における身体活動量の多さが今回のインスリン抵抗性改善に関連していることが推察された。

本研究の監視型運動療法での強度、時間、頻度の要素において、それぞれ両群とも同程度に実施できており、同様の減量効果が得られていた。しかしながら、座業群の空腹時インスリン値、HOMA-Rは、低下傾向にはあったが有意な変化ではなかった。今回の結果からは、決して座業群では運動療法によるインスリン抵抗性改善の効果が期待できないということを示唆するものではないと考えている。糖尿病患者を対象にしたHbA1c値の検討ではあるが、Umpierreら⁹⁾のメタアナリシスによれば、HbA1c値の低下は、運動の強度ではなく身体活動量(運動の頻度)の増加と相関があったことを示している。インスリン抵抗性についても同様と思われ、空腹時インスリン値やHOMA-Rの改善は身体活動量に依存し、座業群でも日常生活における工夫によって身体活動量を増やせばインスリン抵抗性改善の効果を見出せるものと考えられる。

本研究の限界点として、症例数が少なかったために、女性のみを対象として座業群と主婦群の2つの職業による検討しかできなかった。男性でも今回と同様の結果になるものと推察しているが、今後は、男性、他の職業を含め、多様な生活環境の違いが運動療法の効果に影響を与えるか分析していきたい。また、同じ職業でも生活の仕方によって身体活動量には大きな違いがある可能性がある。歩数計ではなく加速度計内蔵の活動量計

によって身体活動量を評価することが望ましいと考えられる。さらに、本研究は後ろ向き解析であるので、監視型運動療法に加え日常生活への介入を行う前向きの研究に発展させていきたい。

本結果より、肥満患者に対する運動療法の効果について、施設管理下でのプログラムだけでなく、それ以外の職業等の日常生活における身体活動量が運動療法の効果に影響を与えていることが推察される。すなわち、日常生活での身体活動が多いほど、運動療法の効果としてインスリン抵抗性改善の効果が得られやすいことが示唆された。

謝辞

本研究に際し、公立豊岡病院日高医療センターでの運動療法の導入に関わっていただいた謝紹東先生(謝クリニック院長)、石田岳史先生(さいたま市民医療センター副院長)、見坂恒明先生(神戸大学大学院特命教授)に深く感謝申し上げます。

文献

- 1) Sedentary Behaviour Research Network: Letter to the editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. *Appl Physiol Nutr Metab* 37: 540-542, 2012.
- 2) Handschin C, Spiegelman BM: The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature* 454: 463-469, 2008.
- 3) Levine JA, Lanningham-Foster LM, McCrady SK, et al: Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science* 307: 584-586, 2005.
- 4) van der Ploeg HP, Chey T, Korda RJ, et al: Sitting time and all-cause mortality risk in 222 497 Australian adults. *Arch Intern Med* 172: 494-500, 2012.
- 5) Patel AV, Bernstein L, Deka A, et al: Leisure time spent sitting in relation to total mortality in a prospective cohort of US adults. *Am J Epidemiol* 172: 419-429, 2010.
- 6) Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, et al: Breaking up prolonged sitting reduces

postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care* 35: 976-983, 2012.

- 7) Hamasaki H, Yanai H, Mishima S, et al: Correlations of non-exercise activity thermogenesis to metabolic parameters in Japanese patients with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr* 5: 26, 2013.
- 8) Henson J, Davies MJ, Bodicoat DH, et al: Breaking Up Prolonged Sitting With Standing or Walking Attenuates the Postprandial Metabolic Response in Postmenopausal Women: A Randomized Acute Study. *Diabetes Care* 39: 130-138, 2016.
- 9) Umpierre D, Ribeiro PA, Schaan BD, et al: Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. *Diabetologia* 56: 242-251, 2013.