

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18500626
 研究課題名 (和文) 「隠れ肥満」若年女性に特徴的な食行動、代謝像の評価と
 肥満改善支援プログラムの開発
 研究課題名 (英文) Assessment of characteristic eating-behavior and metabolism in
 young lean females with excessive body fat: to create a
 support-program for improvement of normal weight obesity.
 研究代表者 永井 成美 (NAGAI NARUMI)
 岡山県立大学・保健福祉学部・准教授
 研究者番号：60364098

研究成果の概要：20歳代女性の3～4割に、低体重または標準体重でありながら体脂肪率が高い、いわゆる「隠れ（正常体重）肥満」やその予備群である「隠れ（正常体重）肥満傾向」が認められるとの報告がある。若い女性特有の「太りたくない」という強い思いから、食事のカロリーのみを気にして食事の質が良くない場合に、筋肉量、骨量の低下と体脂肪量の増加によって「隠れ肥満」が形成されると考え、食行動パターンやダイエット歴、体組成、代謝・自律神経活動等の生理学的特性や遺伝的特性（肥満関連遺伝子多型）などからその成因を検討した。さらに、カロリーだけでなく食事の「質」を重視した3回の介入試験を「隠れ肥満」若年女性を被験者として実施し、その有効性についても評価した。研究の成果は、10件の論文、17件の学会発表、2冊の著書により公表するとともに、NHK健康番組やその関連雑誌等によって広く紹介された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,900,000	0	1,900,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	510,000	4,110,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食行動

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本人若年女性には、やせ傾向やダイエット志向が強く、20歳代女性の約4人に1人がBMI 18.5未満の「やせ（低体重）」である（H14国民栄養・健康調査結果）。一方で、20歳代女性の3～4割という高頻度で、低体重・普通体重で

ありながら体脂肪率が高い、いわゆる「隠れ肥満」や「隠れ肥満傾向」がみられるとの報告もあり（高橋ら2002、東ら2005）、若年女性の体型は、見た目は同じようなスリム体型でも「極端なやせ」と「隠れ肥満」へとその内容が二極化していることが伺える。

(2) ダイエット志向の強い女性が妊娠し、栄養的に不適切な食事を続けた場合、低出生体重児出産や早産のリスクが高まるため (Siega-Riz et al. 1994, Szostak-Wegierek et al. 2004)、若年女性をターゲットとした栄養教育の必要性は高い。

(3) 若年女性の「隠れ肥満」に関しては、「太りたくない」という強い思いから、食事のカロリーのみに気にして食事の質が良くない場合に、筋肉量、骨量の低下と体脂肪量の増加による「隠れ肥満」が形づくられると考えられる。しかし、外見がスリムであるために本人にも周囲にも「肥満」であると認識されにくく、本人も体重を増やしたくないので生活習慣改善が難しい対象であり、適切な支援プログラムの開発が望まれる。

2. 研究の目的

「隠れ肥満」とその予備群であると考えられる「隠れ肥満傾向」の若年女性に特徴的な食行動パターン (食習慣、ダイエット歴を含む)、体組成、エネルギー代謝、自律神経活動動態等の生理学的な特性、及び代謝関連遺伝子多型 (UCP-families, ND₂, β₃-アドレナリン受容体等) との関連を明らかにしたうえで、数種類の食事介入試験を行い、その有効性を評価したうえで、「隠れ (正常体重) 肥満」改善支援プログラムとして役立つ。

3. 研究の方法

次の5つの研究を実施した。

(1) 若年女性の「隠れ (正常体重) 肥満」を形成しやすい遺伝的、生理学的要因

若年女性 (20.9 ± 0.8 歳) 103 名を対象として、2 日間の食事記録法による食事調査、問診 (生活習慣、不定愁訴)、体脂肪率、血圧、心拍変動解析による自律神経活動の測定を行った。また、口腔内頬粘膜をサンプルとして β₃-AR 遺伝子多型 (Trp64Arg)、UCP1 遺伝子多型 (-3826A/G) を PCR-RFLP 法で判定した。隠れ (正常体重) 肥満の明確な定義が無いため、BMI が 25 未満で体脂肪率が 30% 以上の者 16 名を隠れ (正常体重) 肥満群、BMI が 18.5 以上 25 未満で体脂肪率が 25% 未満の者 43 名を標準群とした 2 群で結果を比較した。

(2) ダイエット歴の影響

研究(1)とは異なる被験者で実施した。20 歳代女性 111 名に質問紙によりダイエット経験等を尋ねた後、回答不備 11 名を除外した 100 名を解析対象とし、ダイエット経験 (食事制限を主とする減量を概ね 1 週間以上実施

した経験) の有無により 2 群に振り分け、体組成および心拍変動解析による自律神経活動を比較した。

(3) 代謝関連遺伝子多型と食事内容、体組成、エネルギー代謝動態の関連について調査し、「隠れ肥満」を形作りやすい日本人特有の遺伝的背景について検討する。

(3) 食事介入の有効性の評価【介入 1】

対象は、標準体重でありながら体脂肪率が高い若年女性 11 名 (年齢; 21.7 ± 0.5 歳、BMI; 21.0 ± 0.5 kg/m²、体脂肪率; 29.8 ± 0.7 %) であり、1 食 400 kcal (PFC 比; 20 : 20 : 60) に整えた和食を研究室で調理し、1 日 3 回 2 週間供与した。身体活動量は介入前の状態を維持した。介入前後の検査日に体重、体脂肪量、ウエスト周囲径、血圧、血液生化学検査、エネルギー代謝、インスリン抵抗性 (HOMA-IR)、交感神経活動指標 (心拍変動パワースペクトル解析による) を午前中空腹時に行った。

(4) 食事・運動介入の有効性の評価【介入 2】

体脂肪率高値で冷え感を有する 20-22 歳の女性 20 名 (BMI 21.6 ± 0.7 kg/m²、体脂肪率 28.9 ± 1.5 %) に、1 食 400 kcal (PFC 比; 20 : 20 : 60) の主食・主菜・副菜が揃った 3 食を 2 週間供与する食事介入、さらに運動が食事介入の効果をもつのかどうかを確かめるために 2 週間の食事+運動介入の 2 試験を実施した。被験者を食事群 (D 群) と食事+運動群 (D+Ex 群) に 10 名ずつ割り振り、D 群は食事介入のみ、D+Ex 群は食事介入に加えて普段より 5,000 歩多い 12,000 歩のウォーキングを日課とした。運動負荷分のエネルギー (80kcal) は米飯で摂取した。介入前後の検査日に、体組成、深部体温、血液生化学、血圧、安静時エネルギー代謝、自律神経活動 (心拍変動解析) の各測定と主観的冷え感の調査を午前中空腹時に行った。

(5) 食事介入 (フォーミュラ食による夕食代替法) の有効性の評価【介入 3】

フォーミュラ食 (1 食 177kcal) による減量を希望する女性 20 名 (21.4 ± 0.1 歳、体脂肪率: 30.0 ± 0.9 %) を無作為に 2 群に割り付け、L-カルニチン (LC) 群には L-カルニチン 300mg を含むフォーミュラ食を、プラセボ (P) 群には L-カルニチンを含有しない同一成分のフォーミュラ食を 4 週間夕食として供した。試験中は毎日同時刻に体重、体脂肪率、ウエスト周囲長を測定し、歩数と併せて記録した。介入前後の検査日の午前中に、身体計測、血液生化学検査、安静時代謝と自律神経活動測定を行った。停滞期の定義や評価方法には明確な基準がないため、介入期間を

第1~4週の4ブロックに分け、各ブロックの体重、体脂肪量、ウエスト周囲長の各減少量を2群で比較した。

4. 研究成果

(1) 若年女性の「隠れ(正常体重)肥満」を形成しやすい遺伝的、生理学的要因

隠れ(正常体重)肥満及びその予備群と考えられる隠れ(正常体重)肥満傾向者は、約50%に認められた。

隠れ(正常体重)肥満群では、標準群と比べて1日の総エネルギー摂取量に差は無かったが、熱産生に関する交感神経活動レベルが有意に低く($p < 0.01$)、UCP1遺伝子GGアレルを有する者が有意に高率であった($p < 0.05$)。結果より、若年女性の隠れ(正常体重)肥満の形成には、UCP1遺伝子多型や低い交感神経活動の関与が示唆された。

(2006年学会発表、2007年原著論文掲載)

(2) ダイエット歴の影響

ダイエット経験は約半数(45%)に認められ、ダイエット経験あり群($n=45$)では、ダイエット経験なし群($n=55$)に比べて熱産生に関する交感神経活動を表すVLFパワーが有意に低値を示した($p < 0.05$)。重回帰分析によりVLFパワー低下には、ダイエット開始年齢が高い(現在の年齢に近い)こと、リバウンド回数が多いことが関連していることが明らかとなった。以上の結果から、若年女性の交感神経活動の減弱には、ダイエット経験を有すること、および比較的短期間で体重のリバウンドが繰り返されていることが関連している可能性が示唆された。

(2007年学会発表、2009年論文査読中)

(3) 食事介入の有効性の評価【介入1】

介入後には、体重(-2.3 ± 0.2 kg)、体脂肪量(-1.7 ± 0.2 kg)、ウエスト周囲径(-3.7 ± 0.6 cm)が有意に減少し、空腹時血糖、インスリン、グリコアルブミン、HOMA-IRも有意に低下した。また、脂質酸化量、および交感神経活動指標の有意な増加とともに($p < 0.05$)、血清中性脂肪が有意に減少していることから($p < 0.01$)、全身の脂質代謝の亢進が示された。結論として、低脂肪、低エネルギーに整えた和食の摂取は、2週間という短期間で比較的穏やかなエネルギー制限であっても、体脂肪率とウエスト周囲径減少、及びインスリン抵抗性改善と全身の脂質代謝亢進に寄与していた。本研究結果により、適切な食事介入が体脂肪率の高い若い女性の体組成改善に有効である可能性が示唆された。

(2006年学会発表、2008年原著論文掲載)

(4) 食事・運動介入の有効性の評価【介入2】

介入後は、両群とも同程度の体重・体脂肪率・ウエスト周囲長の減少、インスリン抵抗性と血中脂質性状の改善、熱産生に関する交感神経活動の上昇と冷え感の軽減が認められた。深部体温の上昇はD+Ex群のみで認められた。結論として、食事の改善が若年女性の体脂肪減少と冷え感軽減に効果を有する可能性、および運動負荷による深部体温上昇により運動が食事改善の効果を高める可能性が示唆された。

(2007年学会発表、2008年原著論文掲載)

(5) 食事介入(フォーミュラ食による夕食代替法)の有効性の評価【介入3】

フォーミュラ食介入4週間後には、3食食事介入(1200kcal/日)2週間と同程度の体重・体脂肪減少が認められ、倍の期間で同程度の減量効果を確認した。従って食事づくりが苦手な女性の改善の策としてフォーミュラ食摂取の有効性が示唆された。また、L-カルニチン含有のフォーミュラ食摂取群では、含有しないプラセボと比較して体重減少の停滞が起こりやすい第2週においても、さらなる体重減少が認められた($p < 0.01$)。(2007年学会発表2件、2007年原著論文掲載2件)

(6) 研究成果の普及

介入1については、論文等がNHK関係者の目にとまり、大学での実験風景や試験食、研究の成果などが、2009年1月24日NHK総合テレビ「ためしてガッテン」で紹介された。また、番組で紹介された1食400kcalのメニューは関連雑誌(ためしてガッテン夏号・主婦と生活社、2009年6月発行)で広く紹介される。さらに、朝日新聞関東版の健康コラム(2009年3月30日夕刊)でも研究成果の一部が紹介された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計10件)

- ① 永井成美、坂根直樹、西田美奈子、森谷敏夫. 若年女性の正常体重肥満を形成しやすい遺伝的、生理学的要因の検討. 肥満研究 12: 147-151、2006、査読有
- ② 永井成美、西田美奈子、亀田菜央子、小橋理代、坂根直樹、森谷敏夫. 過食と食事組成が心電図QT間隔に及ぼす影響. 肥満研究 12: 206-213、2006、査読有
- ③ 永井成美、亀田菜央子、小橋理代、西田美奈子、堀川千賀、江川香、吉村麻紀子、北川義徳、阿部圭一、木曾良信、坂根直樹、森谷敏夫. 若年健常女性におけるL-カルニ

- チンによる空腹感軽減効果の検討. 日本栄養食糧学会誌 60 : 257-264、2007、査読有
- ④小橋理代、亀田菜央子、堀川千賀、江川 香、吉村麻紀子、北川義徳、阿部圭一、木曾良信、坂根直樹、森谷敏夫、永井成美. 体重減少停滞期に着目した L-カルニチン含有フォーミュラ食の効果ー若年女性における検討ー. 肥満研究 13 : 296-301、2007 査読有
- ⑤永井成美、坂根直樹、森谷敏夫. レモン・グレープフルーツが自律神経活動に及ぼす効果. 肥満研究 14 : 17-24、2008、査読有
- ⑥永井成美、坂根直樹、森谷敏夫. 低脂肪、低エネルギーに調整した和食の予防医学的効果ー体脂肪率高値の若年女性における検討. 糖尿病 51 : 889-898、2008、査読有
- ⑦松岡幸代、永井成美、佐野喜子、津崎こころ、岡崎研太郎、浜田 拓、田嶋佐和子、江川 香、北川義徳、木曾良信、坂根直樹. フォーミュラ食を用いた減量の効果を規定する要因の検討. 肥満研究 14:220-225、2008、査読有
- ⑧永井成美、川勝祐美、村上智子、小橋理代、有田美知子、坂根直樹、森谷敏夫. 食事の改善と運動が若年女性の体組成と冷え感に及ぼす効果. 肥満研究 14:235-243、2008、査読有
- ⑨Tuzaki K, Kotani K, Nagai N, Saiga K, Sano Y, Hamada T, Moritani T, Yoshimura M, Egawa K, Horikawa C, Kitagawa Y, Kiso Y, Sakane N. Adiponectin gene SNPs and treatment response to obesity. J Clin Endocrinol Invest (in press) 査読有
- ⑩小橋理代、脇坂しおり、林 直樹、坂根直樹、森谷敏夫、永井成美. ダイエット経験が若年女性の自律神経活動に及ぼす影響. 肥満研究、査読中

[学会発表] (計 17 件)

- ①永井成美、坂根直樹、西田美奈子、森谷敏夫. 若年女性の「隠れ肥満」を形成しやすい食事摂取パターン及び遺伝的、生理学的要因の検討. 第 60 回日本栄養・食糧学会、静岡 5/19-21、2006
- ②西田美奈子、坂根直樹、森谷敏夫、永井成美. アンジオテンシン変換酵素遺伝子多型と肥満との関連ー自律神経活動動態、エネルギー収支からみた検討ー. 第 60 回日本栄養・食糧学会、静岡 5/19-21、2006
- ③Nagai N, Sakane N, Nishida N, Moritani T. The effects of a low-fat, Japanese food-based dietary intervention on body fat, metabolism,

insulin resistance, and autonomic nervous system activity in young lean Japanese women with excessive body fat. 11th annual Congress of the European College of Sport Science, Lausanne, Switzerland, 05-08 July, 2006

- ④永井成美、坂根直樹、西田美奈子、森谷敏夫. 正常体重肥満女性における和食を中心とした食事介入の予防医学的効果. 第 27 回日本肥満学会、神戸市、10/27-28、2006
- ⑤吉村麻紀子、堀川千賀、江川 香、前田哲史、北川義徳、阿部圭一、辛 基玉、田中 齐太郎、西田美奈子、永井成美、坂根直樹、森谷敏夫、木曾良信. 新フォーミュラ食を用いたカロリー制限の有効性、及び空腹感に関する検討. 第 27 回日本肥満学会、神戸市、10/27-28、2006
- ⑥Nagai N, Sakane N, Nishida M, Moritani T. Angiotensin-converting enzyme gene insertion/deletion (I/D) polymorphism diminishes autonomic nervous system activity in young healthy Japanese females. 15th European Congress of Obesity, Budapest, Republic of Hungary, 21-25 April, 2007)
- ⑦永井成美、西田美奈子、小橋理代、亀田菜央子、堀川千賀、江川 香、吉村麻紀子、北川義徳、阿部圭一、木曾良信、坂根直樹、森谷敏夫. 若年健常女性における L-カルニチンによる空腹感軽減効果の検討. 第 61 回日本栄養・食糧学会、京都、5/17-20、2007
- ⑧小橋理代、西田美奈子、亀田菜央子、堀川千賀、江川 香、吉村麻紀子、北川義徳、阿部圭一、木曾良信、坂根直樹、森谷敏夫、永井成美. 体重減少停滞期に着目した L-カルニチン含有フォーミュラ食の効果ー若年女性における検討ー. 第 61 回日本栄養・食糧学会、京都、5/17-20、2007
- ⑨松岡幸代、佐野喜子、田嶋佐和子、大極麗子、西澤玲子、笹畑裕子、坂根久仁子、重村智栄子、津崎こころ、永井成美、坂根直樹、木曾良信. L-カルニチン含有フォーミュラ食を用いた栄養指導による減量効果：食行動と空腹感に着目した検討. 第 28 回日本肥満学会、東京、10/19-20、2007
- ⑩佐野喜子、松岡幸代、田嶋佐和子、津崎こころ、浜田 拓、同道正行、兼田淳子、小谷和彦、坂根直樹、永井成美、吉村麻紀子、江川 香、堀川千賀、北川義徳、木曾良信. 効果的な減量とリバウンド防止に関する研究：L-カルニチンの関与. 第 28 回日本肥満学会、東京、10/19-20、2007
- ⑪Hamada T, Kotani K, Sano Y, Nagai N, Moritani T, Sakane N. Genetic polymorphisms of the rennin-angiotensin system and obesity-related metabolic changes in

response to calorie restriction therapy in obese women. 16th European Congress of Obesity, Geneva, Switzerland, 14-17 May, 2008

- ⑫ Nagai N, Kobashi R, Kameda N, Sakene N, Moritani T. The effects of a low-fat, balanced diet upon body composition and energy metabolism in young lean Japanese women with excessive body fat. 15th International Congress of Dietetics, Yokohama, Japan, 8-11 September, 2008
- ⑬ Matsuoka Y, Sano Y, Sakane N, Tsuzaki K, Nagai N, Moritani T, Kiso Y. Psychological and genetic factors related to weight loss in obese female. 15th International Congress of Dietetics, Yokohama, Japan, 8-11 September, 2008
- ⑭ 永井成美, 川勝祐美, 村上智子, 小橋理代, 亀田菜央子, 坂根直樹, 森谷敏夫. 若年女性の体脂肪減少と冷え感の解消を目的とした食事と運動介入の有効性. 第62回日本栄養・食糧学会、埼玉 5/2-4、2008
- ⑮ 津崎こころ, 小谷和彦, 佐野喜子, 松岡幸代, 浜田 拓, 永井成美, 吉村麻紀子, 江川 香, 堀川千賀, 北川義徳, 木曾良信, 坂根直樹. L-カルニチン含有フォーミュラ食による効果的な減量とリバウンド防止に関する研究. 第62回日本栄養・食糧学会、埼玉、5/2-4、2008
- ⑯ 松岡幸代, 佐野喜子, 津崎こころ, 浜田 拓, 岡崎研太郎, 小谷和彦, 坂根直樹, 田嶋佐和 子, 永井成美, 江川 香, 北川義徳, 木曾良信. 食行動因子と空腹感に着目した食事指導による減量効果. 第51回日本糖尿病学会学術集会、東京、5/22-24、2008
- ⑰ 小橋理代, 林 直樹, 坂根直樹, 森谷敏夫, 永井成美. ダイエット歴からみた若年女性の体脂肪蓄積の要因検討. 第29回日本肥満学会、大分、10/17-18、2008

〔図書〕(計2件)

- ① 森谷敏夫, 永井成美 (分担執筆・共著). 栄養・食品と運動 (伏木 亨監修). 第9章 運動と食品. 朝倉書店、2006
- ② 永井成美, 森谷敏夫 (分担執筆・共著). トレーニング科学最新エビデンス (阿部孝監修). 第3章(1) 運動と自律神経活動の可逆性. 講談社サイエンティフィク、2008

〔産業財産権〕

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

〔その他〕

雑誌記事 (査読無)

- ① 永井成美. 匂いと食欲の関係. 肥満と糖尿病、丹水社 5 : 724-726、2006
- ② 永井成美. L-カルニチンの抗肥満効果. 肥満と糖尿病、丹水社 6 : 53-54、2007
- ③ 永井成美. 朝食と血糖・代謝の関係は? 肥満と糖尿病、丹水社 6 : 751-753、2007

6. 研究組織

(1) 研究代表者

永井 成美 (NAGAI NARUMI)
岡山県立大学・保健福祉学部・准教授
研究者番号 : 60364098

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

森谷 敏夫 (MORITANI TOSHIO)
京都大学・人間・環境学研究所・教授
研究者番号 : 90175638

坂根 直樹 (NAOKI SAKANE)
独立行政法人国立病院機構京都医療センター臨床研究センター・予防医学研究部
研究者番号 : 40335443