

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2005～2008

課題番号：17300217

研究課題名（和文） 皮下脂肪厚を利用した各種身体組成評価法の検討

研究課題名（英文） Body composition assessment with subcutaneous fat thickness

研究代表者

出村 慎一（DEMURA SHINICHI）

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：20155485

研究成果の概要：本研究では、一般の人でも手軽に測定でき、普段その変化に気づきやすい皮下脂肪厚が持つ情報を、様々な角度から見直し、それを利用した各種身体組成評価法を提案することを目的とした。その結果、皮下脂肪厚およびフィールドで利用可能な人体計測変数により、内臓脂肪面積や部位別（四肢、体幹）脂肪量に関する簡易推定式等を開発し、国内外のジャーナルにその成果を公表した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	8,400,000	0	8,400,000
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	2,400,000	720,000	3,120,000
年度			
総計	15,000,000	1,440,000	16,440,000

研究分野：健康体力学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：内臓脂肪面積、部位別脂肪量、身体内部脂肪量、簡易推定法

## 1. 研究開始当初の背景

我々は、[全身脂肪量＝総皮下脂肪量＋身体内部脂肪量]と仮定した。総皮下脂肪量は腹部内腔を除く体幹部および四肢に主に付着し、身体各部の皮下脂肪厚と密接な関係にあることから、皮下脂肪厚を利用した推定が可能と考えられる。また、これらの推定が精度高くできた場合、身体内部脂肪量（≒内臓脂肪量）の推定もある程度可能と考えた。ま

た、皮下脂肪厚を利用した表面脂肪分布や肥満のタイプ別分類などにも活用できる。つまり、従来、全身の脂肪率（体密度）を推定する簡便法の一つとしてのみ関心が向けられていた皮下脂肪厚には、新たな利用価値が考えられる。

近年、超音波法などの利用により、皮下脂肪厚を精度高く測定できるようになり、皮下脂肪厚の変化を問題とできるようになった。

しかし、皮下脂肪厚の変化が持つ意味（例えば、どの部位の皮下脂肪厚の変化が全身および内臓脂肪量の変化と関係するかなど）に関する検討は限られている。このような縦断的な皮下脂肪厚の変化が持つ特徴を明らかにした上で、この情報を各種（全身、表面および内臓）脂肪量の推定に利用することにより、従来指摘されている「間接的推定法における脂肪量変化の推定の限界」に関する問題にも新たな方向性を見出すことができると考えた。

皮下脂肪厚は簡便に測定可能であり、その利用価値の拡大は非常に有意義である。特に、内臓脂肪量や部位別脂肪量など、高価な測定装置でのみ評価可能な変数の評価が可能となる意義は高い。また、現代社会では「健康的志向（生活習慣病などと肥満の関係など）」と「美容」的志向（各種ダイエット法やエステの流行など）により身体組成評価への関心が高まっている。皮下脂肪厚は一般の人が最も目につきやすい体組成情報の一つであり、肥満や疾病予防への啓蒙的効果も期待できる。

身体組成評価法に関する研究は国内外において古くから数多く行われ、精度高く推定可能な高価な測定器具も開発されている。その中で、皮下脂肪厚は最も古典的な身体組成評価法であるが、皮下脂肪厚が有する様々な情報を整理し、日常生活と密接に関連した身体組成評価を普及することを意図した本研究は、従来の研究とは異なる立場からの新たなアプローチの一つと言える。

## 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、一般の人でも手軽に測定でき、普段その変化に気づきやすい皮下脂肪厚が持つ情報を、様々な角度から見直し、それを利用した各種身体組成

評価法を提案することを目的に、以下の課題に取り組んだ。

- (1) 全身各部位の皮下脂肪厚と体脂肪分布、肥満タイプおよび各種（全身、表面、内臓、部位別）脂肪量との関係の検討
- (2) 皮下脂肪厚を利用した表面脂肪量、部位別脂肪量、内臓脂肪量の推定法の開発
- (3) 全身各部位の皮下脂肪厚の変化と各種（全身、表面、内臓、部位別）脂肪量変化の関係の検討

## 3. 研究の方法

- (1) 検討課題 1. 皮下脂肪厚を利用した体脂肪分布・体型・肥満タイプ評価法の検討

検討課題 1 では、全身各部位の皮下脂肪厚と体脂肪分布、肥満タイプおよび各種脂肪量との関係について検討した。具体的には、全身 14 部位の皮下脂肪厚から得られる体脂肪分布に及ぼす性、年齢、肥満度および内臓脂肪の影響に関する検討、肥満度の異なる日本人成人を対象に、全身 14 部位の皮下脂肪厚の中から体密度推定に有効な部位に関する検討、を正常レベルと内臓脂肪型肥満レベルの日本人成人を対象に、内臓脂肪面積と部位別脂肪量およびその分布特性との関係に関する検討を行った。

- (2) 検討課題 2. 皮下脂肪厚を利用した各種（表面、内臓、部位）脂肪量推定法の検討

検討課題 2 では、皮下脂肪厚を利用した表面脂肪量、部位別脂肪量、内臓脂肪量の推定法について検討した。また、皮下脂肪厚に加え、フィールドでの測定が可能な人体計測変数（周径囲、矢状径）やインピーダンス測定器により計測可能な変数を用いての内臓脂肪面積および部位別脂肪量の推定式の作成についても検討した。

(3) 検討課題 3. 全身および各部位の皮下脂肪厚の変化と各種脂肪量(全身、表面、内臓、部位別)変化の関係

検討課題 3 では、皮下脂肪厚および各種脂肪(内臓脂肪面積、体脂肪率、体幹部脂肪量など)について、8 週間の定期的なトレーニングによる変化を縦断的に評価し、その対応関係について検討した。また、検討課題 2 で作成した内臓脂肪面積推定式における縦断的な利用可能性についても検討した。

#### 4. 研究成果

本研究の各検討課題において明らかにされた主な知見について以下に示す。

(1) 検討課題 1. 皮下脂肪厚を利用した体脂肪分布・体型・肥満タイプ評価法の検討

本研究では、日本人成人の皮下脂肪厚分布特性に及ぼす性、年齢、肥満度、肥満タイプ、内臓脂肪の影響について検討した。皮下脂肪の絶対量や皮下脂肪分布パターンには性差があるが、その性差は加齢に伴い収束傾向にあり、男女とも加齢に伴い腹部および腰部への皮下脂肪の蓄積が顕著になる。また、皮下脂肪分布パターンは肥満度の影響を受け、男女とも肥満度の増加により腹部の皮下脂肪厚割合が著しく増加する。総脂肪量および内臓脂肪量に対する皮下脂肪量の貢献度は肥満度の増加および内臓脂肪量の増加に伴い変化し、肥満者および内臓脂肪肥満者では皮下脂肪量の貢献度が低下する傾向にある。さらに、性および人種に基づく皮下脂肪蓄積に関する許容量の存在が示唆された。

また、日本人成人を対象に、部位別脂肪量および総脂肪量に対する部位脂肪量比と内臓脂肪面積との関係について検討した。部位脂肪量と内臓脂肪面積との関係は、正常群と内臓脂肪型肥満群間で同様な傾向を示したが、総脂肪量に対する体幹部脂肪量および下

肢脂肪量の割合と内臓脂肪面積との関係は正常群と内臓脂肪型肥満群間で異なった。正常群では内臓脂肪面積の増加に伴い体幹部脂肪量の割合は増加し、下肢脂肪量の割合は低下する。しかし、内臓脂肪型肥満群の場合、男性ではその傾向は抑制され、女性では正常群と逆の相関関係が認められた。

(2) 検討課題 2. 皮下脂肪を利用した各種(表面、内臓、部位)脂肪量推定法の検討

本研究では、フィールドで利用可能な変数による内臓脂肪面積推定法についていくつかの観点から検討し以下のような結果が得られた。

①皮下脂肪厚を利用した方法： 3 部位または 5 部位の皮下脂肪厚と基本的な形態変数を利用した内臓脂肪面積の推定方法を提案した。間接法として十分な推定精度を有し、かつ従来の方法よりも皮下脂肪厚測定部位が少ないこと、BIA 測定値と代替えできることを示すことができた。皮下脂肪厚と体表面積から内臓脂肪面積を推定する方法は、簡便であり利用価値が高いと考えられるが、本研究により、フィールドでの利用可能な条件を提示できた。

②体幹部脂肪量を利用した方法： 本研究では、内臓脂肪面積推定における体幹部脂肪量の有効性と、BIA 測定器の利用可能性について検討した。体幹部脂肪量は内臓脂肪量を推定するうえで有効な変数であることが示唆された。さらに、サンプルサイズにより、今後さらに検討の余地はあるが、内臓脂肪面積推定における BIA 測定器による体幹部脂肪量の利用可能性が示唆された。

③各種人体計測変数を用いた方法： CT による内臓脂肪面積をフィールドでの測定が可能な変数により推定する方法を検討した。本研究で得られた推定式は分散量の約 80%

が推定可能であり、推定誤差も小さかった。また、推定値に系統誤差も認められなかった。今後、インピーダンス法に基づく部位別脂肪率測定値を用いた推定精度の検証が必要ではあるが、内臓脂肪面積を推定しうる簡便な方法として有意義と考えられる。本研究では、フィールドでの測定が可能な変数を用いた内臓脂肪面積の推定を意図し、形態変量（身長、体重、BMI、WHR、ウエスト囲）、皮下脂肪厚（14箇所）、DEXAによる体脂肪率および部位別脂肪率（左右腕、左右脚、体幹）を測定変量として選択した。有効とされた変数は、性別、年齢、体重、ウエスト囲、皮下脂肪厚（胸部および肩甲骨）、体脂肪率、および部位別脂肪率（左脚および右腕、体幹）であった。

また、本研究では、人体計測変数を用いた部位別脂肪率の推定法についても検討した。その結果、5~7の人体計測変量（皮脂厚（上腕、胸部、側胸部、腰部、大腿前部、背中上部、背中下部）、腹囲、臀囲など）から両腕部、両脚部および体幹部の脂肪率を推定する式を提案した。両腕部および両脚部の脂肪率推定式の精度は脂肪率推定時に認められる精度の目安を満たしていた。体幹部の推定精度は他の部位と比較して低いが、WHRで内臓脂肪量や体幹部脂肪量を推定した先行研究よりも高く、より高い精度での推定が可能と考えられた。

### (3) 検討課題3. 全身および各部位の皮下脂肪厚の変化と各種脂肪量（全身、表面、内臓、部位別）変化の関係

本研究では、我々が開発した2つの内臓脂肪面積簡易推定式（体幹部脂肪量を利用した方法と皮下脂肪厚から算出した身体内部脂肪量を利用した方法）における運動による内臓脂肪面積変動時の推定精度を検討した。こ

れらの推定式における基準値との一致度をトレーニング前後それぞれで検討した結果、いずれの推定式も運動前後ともに基準値と高い一致度を示した。また、推定値の標準誤差に関しても、推定式開発時と同等かそれ以下であった。これらのことは、本推定式の個体間における基準値との一致度を保証している。内臓脂肪面積減少後にも同等な一致度が認められたことは、本推定式の交差妥当性に関する頑健性を示す結果とも解釈できるかもしれない。一方、変化量に関する基準値と予測値との一致度については、いずれの推定式も低かった。すなわち、この結果は、個人内変動に関する基準値との一致度は低く、本推定式を用いた個人内の内臓脂肪面積変動量の推定には限界があることを示している。この原因としていくつかの可能性が考えられる。すなわち、体組成測定法の問題、測定器の問題、推定式の持つ推定誤差と変化量の大きさの問題である。

本研究の結果より、我々の簡易推定式による内臓脂肪面積推定は、集団のスクリーニングなど横断的な利用には耐えうるが、個体内変化量の評価には限界があることが明らかになった。これは簡易推定法の限界を意味しているかもしれない。簡易推定法の長所・短所を理解した上での利用が重要である。

### 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 9 件）

- ① Demura S, Sato S: Nonlinear relationships between visceral fat area and percent regional fat mass in the trunk and the lower limbs in Japanese adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(12): 1395-404, 2008 (Epub 2007 Sep 5), 査読あり

② Sato S, Demura S, Kitabayashi T, Noguchi T: Segmental Body Composition Assessment for Obese Japanese Adults by Single-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis with 8-point Contact Electrodes. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 26(5):533-40 2007, 査読あり

③ Demura S, Sato S, Noguchi T, Nakata Y: Prediction of visceral fat area from anthropometric and segmental body composition variables using computed tomography. Sport Sci Health, 1: 25-31, 2007, 査読あり

④ Demura S, Sato S: Prediction of visceral fat area at the umbilicus level using fat mass of the trunk: the validity of bioelectrical impedance analysis measurement. Journal of Sports Science, 25(7), 823-833, 2007, 査読あり

⑤ Demura S, Sato S: Prediction of visceral fat area in Japanese adults: Proposal of prediction method applicable in a field setting. European Journal of Clinical Nutrition, 61, 727-735, 2007, 査読あり

⑥ Demura S, Sato S: Suprailiac or abdominal skinfold thickness measured with a skinfold caliper as a predictor of body density in Japanese adults. Tohoku Journal of Experimental Medicine, 213, 51-61, 2007, 査読あり

⑦ 野口 雄慶, 出村 慎一, 中田 征克, 北林 保, 南 雅樹, 野田 政弘, 松澤 甚三郎. 精度の異なる超音波測定器による皮下脂肪厚測定値の比較 日本生理人類学雑誌, 11(1): 29-34, 2006, 査読あり

⑧ Demura S, Sato S, Kitabayashi T: Estimation accuracy of percent total body

fat and percent segmental fat measured by single-frequency bioelectrical impedance analysis with 8 electrodes: the effect of difference in adiposity. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 45, 68-76, 2005, 査読あり

⑨ Demura S, Sato S, Noguchi T: Prediction of segmental percent fat using anthropometric variables. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 45: 518-523, 2005, 査読あり

[学会発表] (計 6 件)

① 出村 慎一, 佐藤 進, 山次 俊介. 内臓脂肪面積簡易推定法における推定精度の比較. 日本体育学会第 59 回大会, 2008.9.11, 東京.

② 出村 慎一, 佐藤 進, 山次 俊介. 内臓脂肪面積と部位脂肪量との関係. 日本体力医学会第 62 回大会, 2007.9.15, 秋田.

③ Sato S, Demura S, Yamaji S, Sugano N, Sato T, Noguchi T. Subcutaneous fat distribution in Japanese adults: Effects of sex, age, obesity and visceral fat level. 日本教育医学会第 55 回大会 兼 第 3 日韓健康教育シンポジウム, 2007.8.4, 名古屋.

④ 佐藤 進. 現場でも利用可能な内臓脂肪面積推定法の検討. 日本体育学会第 58 回大会 測定評価分科会シンポジウム A 「内臓脂肪の測定と評価」座長 出村 慎一, 2007.9.5, 神戸.

⑤ 出村 慎一, 佐藤 進, 山次 俊介, 菅野 紀昭. フィールドで利用可能な内臓脂肪面積推定法の検討. 日本体育学会第 57 回大会, 2006.8.20, 青森.

⑥ Sato S, Demura S, Yamaji S, Nakada M, Tada N, Noguchi T: Segmental Body Composition Estimation Accuracy Measured by Single-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis with

8-point Contact Electrodes. 日本教育医学会第 53 回大会 兼 第 2 回日韓健康教育シンポジウム, 2005.8.19, 韓国.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

出村 慎一 (DEMURA SHINICHI)

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：20155485

### (2) 連携研究者

佐藤 進 (SATO SUSUMU)

金沢工業大学・基礎教育部・准教授

研究者番号：90291757

山次 俊介 (YAMAJI SHUNSUKE)

福井大学・医学部・准教授

研究者番号：40311021