

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650429

研究課題名(和文)内臓脂肪評価の新基準策定に関する研究

研究課題名(英文)The new standard for assessment of visceral adipose tissue

研究代表者

田中 喜代次(TANAKA, Kiyoji)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：50163514

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：様々な肥満関連疾患の予防および改善のためには内臓脂肪量を正確に評価することが重要である。そこで本研究では、内臓脂肪蓄積量の評価および心血管疾患危険因子との関連性から最も正確な評価部位と評価方法について検討した。その結果、内臓脂肪体積および心血管疾患因子と最も関連する評価部位は従来の評価部位であるL4-L5高位より5-6 cm上であることが明らかになった。また、食習慣改善と運動実践による内臓脂肪減少量においても同様な結果が得られた。

以上のことから、内臓脂肪の蓄積量を評価する際には評価部位および方法について慎重に考慮する必要があると言える。

研究成果の概要(英文)：The accuracy of depicting visceral adipose tissue (VAT) accumulation is of importance for future obesity related diseases. In this thesis, we aimed to clarify the influence of single-slice image measurement sites on VAT volume and changes in VAT volume and to determine whether the measurement site affects the relationship between the single-slice image of the VAT area and cardiovascular disease (CVD) risk factors. The results suggest that using a single-slice image at 5-6 cm above L4-L5 has a much greater detecting power for estimating VAT volume and changes than a single-slice image at L4-L5.

These results suggest that future studies should consider choosing a single-slice image located 5-6 cm above L4-L5 instead of (or in addition to) the L4-L5 image to examine the association with CVD risk factors.

研究分野：応用健康科学

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：内臓脂肪体積 multiple-slice法 MRI

### 1. 研究開始当初の背景

近年、内臓脂肪の蓄積は心血管疾患の危険因子となることが多くの研究により明らかとなっている。内臓脂肪の定量化については、現在のところ、臍位を基準とした断面画像1枚から面積を算出する手法が用いられているが、その妥当性についての検討は十分ではない。特に現行の基準は欧米での報告を基にしており、体格や内臓脂肪分布に違いのあるアジア人にそのまま適用できるとは限らない。

### 2. 研究の目的

本研究ではMRIを用いた multiple-slices 法により日本人肥満者の腹部断面画像を24枚撮影することで、(1)内臓脂肪の分布と心血管疾患危険因子との関連性を性・年代別に検討し、(2)信頼性の高い新たな基準(部位)を設定した上で、その妥当性を減量介入の前後で縦断的に検討することとした。

### 3. 研究の方法

(1)内臓脂肪分布と心血管疾患危険因子との関連性を横断的に検討するために、中年肥満男性200名を対象に、MRIによる腹部脂肪分布(皮下脂肪、内臓脂肪)、体力レベル(最大酸素摂取量、無酸素性代謝(作業)閾値など)、二重X線エネルギー吸収法による身体組成(体脂肪率、体脂肪量、除脂肪量)、血清脂質、糖代謝マーカー(血糖、インスリン、HbA1c)を測定した。

(2)さらに、減量介入前後における検討を用いることで妥当性が高い新たな基準(部位)を検討するために、対象者約200名に介入プログラム(食生活改善、運動実践、それらの併用)を提供した。本研究で用いた減量介入プログラムは3ヵ月間実施し、その詳細は以下の通りである。

食生活改善の介入プログラムは1食あたり560kcal(男性)、1日1680kcalを目安に栄養バランスの良い食事が摂取できるよう、女子栄養大学方式の四群点数法に基づいて指導した。

運動実践の介入プログラムは週3回、1回90分の有酸素性運動をおこない、運動強度は予備心拍数の50~70%あるいは自覚的運動強度13(ややきつい)前後とした。

### 4. 研究成果

#### 【研究1 横断研究】異なる内臓脂肪評価部位における内臓脂肪体積および心血管疾患リスクとの関連

従来の評価部位である4番目と5番目の腰椎間(L4-L5、図1の緑色)高位に比べ、それより5-15cm上の内臓脂肪面積が内臓脂肪

体積および心血管疾患リスク要因と有意に高い関連性が認められた。これらの結果は、欧米人を対象にした先行研究と同じ傾向であり、内臓脂肪の評価部位として、従来の内臓脂肪評価部位(L4-L5)より上腹部がより正確性が高いことが示唆された。

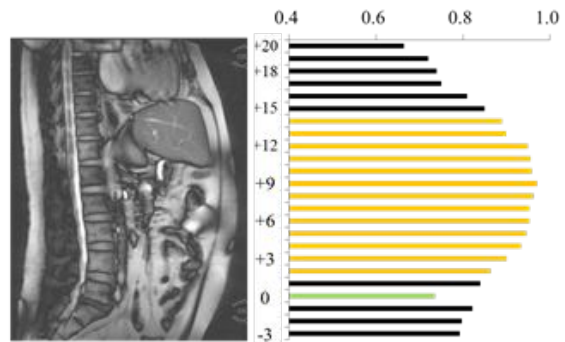


図1.内臓脂肪体積と24部位の内臓脂肪面積との関連

注)従来の評価部位を0(緑色)と表記、それを基準に上腹部の20枚(+1~+20)、下腹部3枚(-1~-3)を評価部位と設定した。

#### 【研究2 介入研究】体重減少に伴う内臓脂肪体積の変化を最も正確に評価できる部位の検討

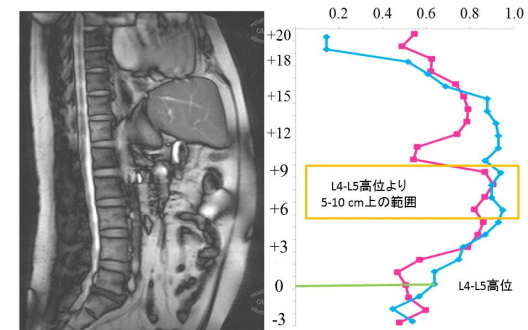


図2.内臓脂肪体積の変化と24部位の内臓脂肪面積の変化との関連(赤線:運動実践,青線:食事改善)

体重減少に伴う内臓脂肪の変化を最も正確に評価できる部位は、L4-L5高位(緑線)より5-10cm上の範囲(黄色)であることが明らかとなった。この結果は、従来の評価部位では内臓脂肪の変化を正確に評価できない可能性を示唆する。

#### 【研究3 応用研究】体重減少に伴う内臓脂肪の変化の評価方法の(臨床的)有効性検討

応用研究では、体重減少に伴う内臓脂肪の変化を臨床的に検討する際、最も有効に評価できる方法を明らかにするため、体積、L4-L5高位の断面積、L4-L5高位より5cm上の断面積を用いて必要なサンプルサイズと効果量を比較検討した。

その結果、面積を用いて内臓脂肪の変化を評価する場合、体積より効果量が小さく、約

3倍多いサンプルサイズが必要であることが明らかになった。さらに、体重減少量が少ないほど、多くのサンプルサイズが必要であることが示された。これらのことから、評価方法や部位の違いは内臓脂肪の変化に異なる結果をもたらす可能性が示唆された。

#### 【研究4 応用研究】身体計測項目に基づいた内臓脂肪量簡易推定式の作成

内臓脂肪体積および面積を用いて内臓脂肪量を評価することが最も正確性の高い方法であると言われているが、多くの臨床現場ではCTやMRI装置がないことが多い。そのため、簡便に測定できる身体計項目に基づいた内臓脂肪量簡易推定式の作成を検討した。その結果、最も説明力が高い推定式は、矢状面直径、胸囲、年齢の組み合わせであった。さらに、内臓脂肪体積、内臓脂肪面積(L4-L5)および上腹部内臓脂肪面積(L4-L5 + 5 cm)という3つの妥当基準の違いが内臓脂肪量簡易推定式の説明力に及ぼす影響を検討した結果、内臓脂肪体積を妥当基準に用いることが最も望ましく、1枚の面積を妥当基準とする場合、従来のL4-L5高位の内臓脂肪面積より上腹部内臓脂肪面積(L4-L5 + 5 cm)の説明力が高いことが明らかになった。

一方、すべての推定式において実測値と推定値の間に有意な強い相関関係が認められたが、Bland-Altman分析による実勢奥地と推定値の系統誤差についてはいずれも散布図に有意な相関が認められ、統計学的比例誤差の存在が明らかとなった。以上のことから、内臓脂肪の蓄積量を評価する際には評価部位および方法について慎重に考慮する必要があると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 19 件)

Kitamoto A, Kimoto T, Mizusawa S, Teranishi H, So R, Matsuo T, Nakata Y, Hyogo H, Ochi H, Nakamura T, Kamohara S, Miyatake N, Kotani K, Komatsu R, Itoh N, Mineo I, Wada J, Yoneda M, Nakajima A, Funahashi T, Miyazaki S, Tokunaga K, Masuzaki H, Ueno T, Chayama K, Hamauchi K, Yamada K, Hanafusa T, Okikawa S, Sakata T, Tanaka K, Matsuzawa Y, Nako K, Sekine A, Hotta K. NUDT3 rs206936 is associated with body mass index in obese Japanese women. *Endocr J*, 60(8):991-1000, 2013. 査読有 DOI:10.1507/endocrj.EJ13-0100.

So R, Sasai H, Matsuo T, Tsujimoto T, Eto M, Saotome K, Tanaka K. Visceral Adipose Tissue Volume Estimated at Imaging Sites 5-6cm Above L4-L5 Is Optimal for Predicting Cardiovascular

Risk Factors in Obese Japanese Men. *Tohoku J Exp Med* 227(4): 297-305, 2012.

査読有

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22850595>

So R, Matsuo T, Sasai H, Eto M, Tsujimoto T, Saotome K, Tanaka K. Best single-slice measurement site for estimating visceral adipose tissue volume after weight loss in obese, Japanese men. *Nutrition and Metabolism* 9(1): 56, 2012. 査読有, DOI: 10.1186/1743-7075-9-56

So R, Sasai H, Matsuo T, Tsujimoto T, Eto M, Saotome K, Tanaka K. Multiple-slice magnetic resonance imaging can detect visceral adipose tissue reduction more accurately than single-slice imaging. *European Journal of Clinical Nutrition* 66(12): 1351-1355, 2012. 査読有 DOI: 10.1038/ejcn.2012.147.

〔学会発表〕(計 20 件)

田中喜代次, 辻本健彦, 蘇リナ. 内臓脂肪蓄積と形態指標の関連: 肥満男性における年代別検討. 第20回日本未病システム学会学術集会, 2013.11.9-10. 学術総合センター(東京)

田中喜代次, 金甫建, 辻本健彦, 蘇リナ. 減量が肥満男性の筋力に及ぼす影響. 第21回日本運動生理学会大会, 2013.7.27-28. 東京国際大学(埼玉県)

蘇リナ, 辻本健彦, 金甫建, 田中喜代次. Multiple-slice法を用いた腹部脂肪変化の検討. 第21回日本運動生理学会大会, 埼玉, 2013.7.27-28. 東京国際大学(埼玉県)

So R, Eto M, Tujimoto T, Tanaka K. Acceleration training for improving physical fitness and weight loss in obese women. 18th annual congress of the European College of Sport Science, 2013.6.26-29, Barcelona, Spain.

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

田中 喜代次 (TANAKA, Kiyoji)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号: 5 0 1 6 3 5 1 4

##### (2)研究分担者

中田 由夫 (NAKATA, Yoshio)

筑波大学・医学医療系・准教授

研究者番号: 0 0 3 7 5 4 6 1

(3)連携研究者

沼尾 成晴 (NUMAO, Shigeharu)  
早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教  
研究者番号：90454074