

## BMIおよび運動習慣の違いが腹部脂肪蓄積量に及ぼす影響

寺本 圭輔<sup>1)</sup> 家崎 仁成<sup>2)</sup> 大矢 知佳<sup>2)</sup>  
山下 玲香<sup>2)</sup> 村松愛梨奈<sup>3)</sup>

1) 愛知教育大学保健体育講座

2) 愛知教育大学大学院

3) 日本体育大学

## The influence of differences in BMI and exercise habits on abdominal fat accumulation

Keisuke TERAMOTO<sup>1)</sup> Kiminari IEZAKI<sup>2)</sup>  
Chika OYA<sup>2)</sup> Reika YAMASHITA<sup>2)</sup>  
Erina MURAMATSU<sup>3)</sup>

1) Department of Health and Physical Education, Aichi University of Education

2) Graduate Student, Aichi University of Education

3) Nippon Sport Science University

キーワード：運動習慣, body mass index, 内臓脂肪蓄積

Key Words : exercise habits, body mass index, visceral fat accumulation

The purpose of this study was to examine the relationship of body composition and visceral fat accumulation to body mass index (BMI) and exercise habits. Anthropometry, body composition, and visceral fat accumulation (abdominal fat thickness) were evaluated in 34 healthy university students. The subjects were divided into two groups on the basis of BMI (normal  $<25 \text{ kg/m}^2$  vs. overweight  $>25 \text{ kg/m}^2$ ) and physical activity habits (exercisers vs. non-exercisers). Abdominal fat thickness (maximum preperitoneal layer, PFT; minimum subcutaneous layer, SFT) was measured by ultrasonography. It was found that percentage body fat and SFT differed significantly with body shape, increased weight being apparently linked to accumulation of subcutaneous fat. In contrast, overweight non-exercisers showed significantly higher PFT values, suggesting that this group may have risk factors for poor future health, i.e. metabolic syndrome, because of visceral fat accumulation resulting from physical inactivity.

### I. 緒言

肥満とは脂肪組織が過剰に蓄積した状態と定義され、体脂肪量が多くなるほど健康障害合併の相対的危険度は上昇することが報告されている<sup>1)</sup>。近年は、食生活の欧米化や生活の利便性の向上などによる身体活動量の低下を背景として、肥満や

生活習慣病の増加が懸念されている。世界保健機関 (WHO) を始め多くの国では、身長と体重から算出されるBMI (Body mass index,  $\text{kg/m}^2$ ) を体型の評価方法として用いる。日本肥満学会<sup>2)</sup>の判定基準では、BMIが18.5以上25 $\text{kg/m}^2$ 未満を普通体重 (Normal range), 25以上30  $\text{kg/m}^2$ 未満を肥満 (1度) (Pre-Obese), 30  $\text{kg/m}^2$ 以上

を肥満（2～4度）（Obese I～III）とし、一般的にPre-Obeseは過体重（Overweight）と表されている<sup>3,4)</sup>。日本人はBMIが低値であっても脳や心臓などの臓器での合併症を伴いやすいということから<sup>5)</sup>、BMI 25kg/m<sup>2</sup>以上を肥満予備軍として判定されてきた。しかし、脂肪の蓄積部位によって疾病の発症率には顕著な相違がみられ、特に腹腔内脂肪蓄積（内臓脂肪蓄積）は生活習慣病を惹起すると報告されており<sup>6,7,8)</sup>、さらに、BMIは身長と体重のみから算出される指標であり、実際の体脂肪蓄積量を直接評価したものではない。したがって、過体重度と体脂肪率をともに評価することが重要であるが<sup>9)</sup>、BMIで正常範囲と評価された中に体脂肪率では肥満と判定される者がみられる。この状態は、「隠れ肥満」と呼ばれ<sup>10,11)</sup>、隠れ肥満者は、体力や運動能力の低下に加え、腹部を中心とした過剰な体脂肪蓄積も報告されている<sup>12,13)</sup>。さらに、BMIは体重を身長<sup>2</sup>で除した値として体型評価を行うため、脂肪量が少なくても除脂肪量が多い場合には過体重や肥満と判定される可能性がある。

運動を行うことにより様々な生理作用が亢進し、呼吸循環器系および骨格筋系組織が維持・形成され、エネルギー基質としての体脂肪の分解が起こる<sup>14,15)</sup>。この運動による脂肪分解は、皮下脂肪より内臓脂肪における方が高いことが報告されており<sup>16)</sup>、一方、腹部内臓脂肪面積と皮下脂肪面積の関係性は低く、両部位における脂肪蓄積また分解機構は同質でないことが報告されている<sup>17)</sup>。

本研究は、継続的に運動トレーニングを行っている大学生運動選手と運動習慣がない大学生を対象に、BMIが25kg/m<sup>2</sup>未満の者と25kg/m<sup>2</sup>以上の者の身体組成および腹部体脂肪蓄積を測定し、BMIおよび運動習慣が身体組成および腹部体脂肪蓄積へ影響を及ぼすかを検討することを目的とした。

## II. 対象と方法

被験者は、健康な男子大学生34名(21.6 ± 1.0歳)であった。全ての対象者には本研究の主旨内容について十分な説明を行い、同意が得られた者を被験者とした。被験者は、運動部に所属して継続的

にトレーニングを行っているものをExerciser群、運動習慣を有しないものをNon-exerciser群、BMI 25kg/m<sup>2</sup>未満をNormal群、25kg/m<sup>2</sup>以上をOverweight群の4群に分類して検討した。なお、Exerciser群の所属部は野球、サッカー、ラグビー、ハンドボール、柔道であった。

人体計測は、Komiya et al.<sup>18)</sup>に従って行った。身長は0.1cm単位、体重は0.02kg単位で記録し、BMIを体重/身長<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>)として算出した。腹囲（臍直上部）は0.1cm単位で測定した。身体組成の測定は、多周波インピーダンス測定器（セキスイ社製MTL-30）を用いて仰臥位により行った。総体脂肪量（FM, kg）は体脂肪率（%Fat, %）より算出し、体重とFMの差として除脂肪量（FFM, kg）を算出した。

腹部脂肪蓄積は、超音波測定器（アロカ社製SDD-500）を用いて、Suzuki et al.<sup>19)</sup>の方法に従って行った。被験者を仰臥位にて、軽く呼吸を止めることで肝表面と皮膚表面とを平行な状態にさせ、プローブを胸骨剣状突起から臍に向かって縦方向にスキャンを行った。なお、プローブは皮膚面に対してできるだけ圧がかからないように軽くスキャンした。画像をプリントアウトし、電子ノギスにより0.1mm単位で皮膚表面から脂肪の白線部までの最も薄い部分を腹壁皮下脂肪厚（SFT, mm）、白線から肝臓までの最も厚い部分を腹膜前脂肪厚（PFT, mm）として計測した。

統計学的検討は、統計分析プログラムIBM SPSS Statistics Version 21を用いて行った。各測定項目の結果は平均値と標準偏差で示した。体型を独立変数、脂肪蓄積の変数を従属変数として分散分析を行い、必要に応じてBonferroniの多重比較検定を行った。各項目間の分析についてp<0.05を有意水準とした。

## III. 結果

表1は、BMIと運動習慣別に分類した被験者群の形態特性と体脂肪蓄積量における平均値と標準偏差を示し、SFTとPFTは図1と図2に図示した。分散分析の結果、身長以外には有意な分散が認められ、Normal群と比較してOverweight群は運動習慣の有無に関わらず、BMIとともに

体脂肪率も有意に高い値を示した。多重比較検定により、BMI値を基準（Normal vs. Overweight）に比較すると、Non-exerciser群では腹囲、体脂肪率において有意に高い値が示され、Exerciser群ではそれらに加えて除脂肪量およびSFTが有意に高い値を示した。しかし、PFTはどちらにも有意な差は見られなかった。一方、運動習慣の有無を基準（Exerciser vs. Non-exerciser）に比較すると、Overweight群のPFTのみに有意な差がみられた。PFTの平均値は、Overweight Non-exerciser > Normal Non-exerciser ≈ Overweight Exerciser > Normal Exerciserの順に大きな値を示し、過体重であっても運動習慣の有無により内臓脂肪蓄積に有意差が認められ、過体重の非運動習慣群で多くの内臓脂肪蓄積があることが明らかであった。

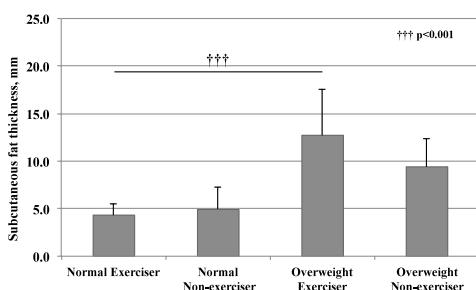


Figure 1. Comparison of subcutaneous fat thickness among subject groups

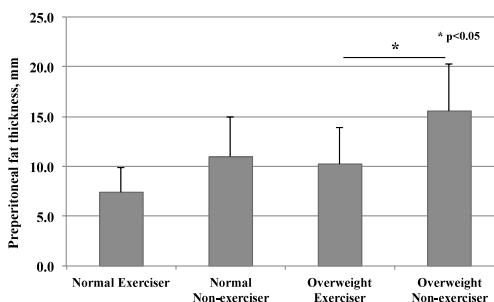


Figure 2. Comparison of preperitoneal fat thickness among subject groups

#### IV. 考察

腹部内臓脂肪の蓄積は、全身の脂肪蓄積よりも耐糖能異常や脂質代謝異常といった代謝性疾患へのリスクを高めることは既知であり<sup>20,21)</sup>、過食や運動不足などの生活行動が歪んでいる状況にあることや精神的な余裕の不足などのストレスの影響が脂肪蓄積の成因とされる<sup>17,22)</sup>。一方、運動により腹部脂肪量は減少し<sup>23,24)</sup>、腹部皮下脂肪より内臓脂肪が大きく減少することが報告されている<sup>16,25)</sup>。本研究では、被験者を日本肥満学会<sup>2)</sup>の肥満判定の基準であるBMI 25kg/m<sup>2</sup>を基準にNormalとOverweightに分類し、BMIと運動習慣の有無が腹部脂肪蓄積に及ぼす影響を検討した。腹部脂肪は、超音波法により腹膜前脂肪厚（PFT）と腹壁皮下脂肪厚（SFT）を分けて測定評価できる。超音波法によるPFTは、CT法による腹腔内内臓

Table 1. Subject characteristics and effect of body shape and habitual exercise on measurement data

	Normal (BMI <25kg/m <sup>2</sup> )		Overweight (BMI >25kg/m <sup>2</sup> )		ANOVA	
	Exerciser	Non-exerciser	Exerciser	Non-exerciser	F	p
n	11	7	9	6		
Height, cm	171.8 ±5.5	178.6 ±5.9	170.9 ±4.1	175.1 ±8.4	2.8	ns
Weight, kg	64.87 ±7.15	66.59 ±7.96	84.10 ±10.17 †††	85.74 ±10.94 ††	12.7	<0.001
Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	21.9 ±1.8	20.9 ±2.6	28.8 ±2.9 †††	27.9 ±1.4 †††	25.5	<0.001
Abdominal Circumference, cm	70.5 ±3.5	75.2 ±5.0	83.7 ±9.6 ††	88.8 ±7.0 ††	12.7	<0.001
Body fat, %	15.7 ±3.5	15.1 ±6.7	27.9 ±6.7 †††	30.5 ±3.2 †††	18.2	<0.001
Fat free mass, kg	54.2 ±4.6	56.2 ±4.3	60.5 ±4.3 †	59.4 ±6.0	3.3	<0.05
Subcutaneous fat thickness, mm	4.3 ±1.2	5.0 ±2.3	12.7 ±4.9 †††	9.3 ±3.0	14.2	<0.001
Preperitoneal fat thickness, mm	7.4 ±2.5	11.0 ±4.0	10.2 ±3.7 *	15.5 ±4.7	6.6	<0.01

Post-hoc test: Exerciser vs. Non-exerciser; \*p<0.05, Normal vs. Overweight; †p<0.05 ††p<0.01 †††p<0.001

脂肪 (visceral fat) と高い相関性を持ち、X線被爆もなく繰り返し測定できるため、年齢を問わずフィールド研究では有用とされている<sup>26, 27, 28, 29)</sup>。また、PFTはインスリン分泌量や高脂血症、冠動脈狭窄度とも高い相関関係が認められている<sup>30, 31)</sup>。本研究の結果、体脂肪率とSFTはBMI 25kg/m<sup>2</sup>を超えるOverweight群が標準BMIであるNormal群よりも有意に高い値を示し、体重の増加と脂肪蓄積がリンクしている結果を示したが、PFTは同様の様相を示さなかった。つまり、PFTの各群の平均値では体型の影響によってOverweight Exerciser群がNormal Exerciser群より高値であったが統計上の有意差は認められず、また、Overweight Exerciser群とNormal Non-exerciserはほぼ同値を示した。しかし、Overweight Non-exerciserは突出して高いPFT値を示し、BMI 25kg/m<sup>2</sup>を超えるOverweight群では運動習慣の有無によってPFT値に有意な差が認められた。このことは、全身の体脂肪蓄積が多くても運動習慣(トレーニング)によって内臓脂肪蓄積を少なくすること—運動による選択的燃焼<sup>16, 25)</sup>、もしくは、運動不足による全身脂肪蓄積とリンクした内臓脂肪蓄積—隠れ肥満<sup>10, 11)</sup>の2つの要因が考えられることを示している。山本ら<sup>32)</sup>は、若年成人ではPFTが10mmを超えると内臓脂肪蓄積が多くなり、動脈硬化との関係も認められると報告しており、運動習慣を有しない過体重は大学生といえども生活習慣病のリスクが高いことが明らかとなった(Overweight Nonexerciser群のPFT: 15.5mm)。

一方、継続的な運動習慣を有する者や鍛錬された運動選手は、筋肉量が多く脂肪量が少ないことは想像できるが、ラグビーやアメリカンフットボール、相撲、柔道などのポジションや階級によって体重がパフォーマンスに影響し、重い方が有利であるスポーツ競技もあり<sup>33)</sup>、そのような競技選手は筋肉量は多いが、同時に体脂肪量も多い傾向にある<sup>34)</sup>。その際の体重増加による肥満と血清脂質異常、心疾患との関係もリスクとして挙げられている<sup>35, 36, 37)</sup>。本研究では、食習慣や血液性状などの調査を行っていないため、Overweight Exerciser群の健康リスクやNon-exerciser群の内

臓脂肪蓄積にどの程度BMIや運動習慣が影響しているかを明らかにすることができない。しかし、若年成人のBMIや肥満を追跡調査した場合、将来的にメタボリックシンドロームのような健康リスクとなることが予想され、そのことは少ない運動時間が影響することが報告されており<sup>38, 39)</sup>、この時期からBMIの維持・改善、および運動の習慣化が内臓脂肪蓄積を防ぎ、その後の健康リスクの低減のために重要であることが示唆された。

## V. 参考文献

- 1) 松澤佑次, 井上修二, 池田義雄, ほか. 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会. 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究 6 : 18-28, 2000.
- 2) 日本肥満学会. 肥満症治療のガイドライン 2006. 肥満研究 12 : 10-15, 2006.
- 3) 野田博之, 原田美知子, 横田紀美子, ほか. 地域における過体重・肥満者を対象とした運動施設利用, 栄養指導による個別健康教育と介入効果の検討. 日本公衆誌 10 : 749-761, 2006.
- 4) Tokmakidis SP, Christodoulos AD, Douda HT. Self-reported anthropometry: body mass index and body composition. Handbook of anthropometry, physical measurement of human form in health and disease volume 1 : 167-184, 2012.
- 5) 吉池信男, 西信雄, 松島松翠, ほか. Body Mass Indexに基づく肥満の程度と糖尿病, 高血圧, 高脂血症の危険因子との関連: 多施設共同研究による疫学的検討. 肥満研究 6 : 4-17, 2000.
- 6) 小宮秀明, 堀江直子, 太田照男, ほか. 内臓脂肪型肥満を判定するための形態測定値の検討—一般成人および糖尿病・肥満外来受診者を対象として—. 肥満研究 14 : 25-30, 2008.
- 7) Boyko EJ, Leonetti DL. Visceral adiposity and risk of type 2 diabetes. Diabete Care 23 : 465-471, 2000.
- 8) Nakamura T, Tokunaga K, Shimomura I, et al. Contribution of visceral fat accumulation to the development of coronary artery disease

- in non-obese men. *Atherosclerosis* 107 : 239-246, 1994.
- 9) 原光彦, 岩田富士彦, 岡田知雄, ほか. インピーダンス法を用いた思春期における体密度変化を考慮した体脂肪率のパーセントイル曲線. *肥満研究* 7 : 130-137, 2001.
- 10) 小栗和雄, 加藤義弘, 黒川淳一, ほか. 高校1年生男女における隠れ肥満者の血清脂質性状. *体力科学* 55 : 155-164, 2006.
- 11) 中島滋, 田中香, 木村ヨシ子, ほか. 女子大学生の正常体重肥満の実態とエネルギー充足度とBMIおよび体脂肪率との反比例関係. *肥満研究* 7 : 150-154, 2001.
- 12) 田中茂穂, 松坂晃, 服部恒明, ほか. 成人男性における体重増加を伴わない体脂肪率増加と体脂肪分布の関連. *肥満研究* 1 : 25-28, 1995.
- 13) 藤瀬武彦, 長崎浩爾. 成年男女における隠れ肥満者の頻度と形態的及び体力的特徴. *体力科学* 48 : 631-640, 1999.
- 14) Hakkinen K, Pakarinen A, Alen M, et al. Nuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol* 65 : 2406-2412, 1998.
- 15) Engelke K, Kemmler WD, Lauber D, et al. Exercise maintains bone density at spine and hip EFOPS : a 3-year longitudinal study in early postmenopausal women. *Osteoporos Int* 17 : 133-142, 2006.
- 16) 奥田拓道. 内臓脂肪と皮下脂肪の機能. *臨床医* 23 : 48-53, 1997.
- 17) 加瀬澤信彦, 合田敏尚. 内臓脂肪および皮下脂肪の増減に關与するライフスタイルとは何か? . *日本末病システム学会雑誌* 13 : 148-150, 2007.
- 18) Komiya S, Eto C, Otoki K, et al. Gender differences in body fat of low- and high-body-mass children: relationship with body mass index. *Eur J Appl Physiol* 82 : 16-23, 2000.
- 19) Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y, et al. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. *Am J Med* 95 : 309-14, 1993.
- 20) Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham heart study. *Circulation* 116 : 39-48, 2007.
- 21) Fujioka S, Matsuzawa Y, Tokunaga K, et al. Improvement of glucose and lipid metabolism associated with selective reduction of intra-abdominal visceral fat in premenopausal woman with visceral fat obesity. *International Journal of Obesity* 15 : 853-859, 1999.
- 22) 加瀬澤信彦, 遠山和成, 島田昌也, ほか. 人間ドック男性受診者におけるコンピュータ断層撮影スキャン腹部皮下および内臓脂肪面積の増減と生活習慣の関連性. *人間ドック* 22 : 42-49, 2007.
- 23) 笹井浩之, 片山靖富, 沼尾成晴, ほか. 中年肥満男性における運動実践が内臓脂肪に及ぼす影響: 食事改善との比較. *体力科学* 57 : 89-100, 2008.
- 24) 井本貴之, 村中愛紗, 横地隆, ほか. 1週間あたり10エクササイズ以上の運動週間が内臓脂肪肥満を予防する. *人間ドック* 25 : 818-824, 2011.
- 25) 宮本恵理, 佐藤幸治, 栗原俊之, ほか. 持久性トレーニングによる血中Irisin濃度の変化と内臓脂肪減少量の関係. *体力科学* 63 : 91, 2014.
- 26) Armellini F, Zamboni M, Rigo L, et al. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound* 18 : 563-7, 1990.
- 27) Leite CC, Wajchenberg BL, Radominski R, et al. Intra-abdominal thickness by ultrasonography to predict risk factors for cardiovascular disease and its correlation with anthropometric measurements. *Metabolism* 51 : 1034-40, 2002.
- 28) Kim SK, Kim HJ, Hur KY, et al. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can

- estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. *Am J Clin Nutr* 79 : 593-9, 2004.
- 29) 寺本圭輔, 石川恭, 山下玲香, ほか. 超音波法を用いた幼児の腹部体脂肪の評価. *人間と生活環境* 22 ; 103-110, 2015.
- 30) 田所直子, 村井俊一, 稲寺秀邦, ほか. 超音波法による内臓型肥満の指標と糖脂質代謝の関連. *動脈硬化* 22 ; 440, 1994.
- 31) 田所直子, 村井俊一, 稲寺秀邦, ほか. 超音波法による内臓脂肪蓄積の指標と冠動脈狭窄との関係—腹膜前脂肪厚 (P-fat) の臨床的意義. *動脈硬化* 22 ; 653, 1995.
- 32) 山本浩之, 池谷直樹, 前掘洋子, ほか. 男子大学生における腹部超音波を用いた内臓脂肪厚測定を試みとその意義についての検討. (財)博慈会老人病研究所紀要 11 ; 424-428, 2001.
- 33) 角谷雄哉, 上嶋繁, 川西正子, ほか. 大学アメリカンフットボール選手における身体組成, 血液検査および栄養摂取状況の所見—ポジションによる相違—. *体力科学* 62 ; 413-423, 2013.
- 34) 山内太郎, 阿部孝. 体格指標に基づく肥満評価の検討—大学相撲選手と一般大学生の比較—. 第19回「健康医科学」研究助成論文集 ; 118-125, 2004.
- 35) 黒田伸二, 三浦隆行, 清水卓也, ほか. 大学アメリカンフットボール選手, および一般学生のBMI増加が血液検査所見に与える影響 (第1報). *日本臨床スポーツ医学会誌* 14 ; 210-217, 2006.
- 36) Goble MM. Sudden cardiac death in the young athlete. *Indian J Pediatr* 66 ; 1-5, 1999.
- 37) Hurst RT, Burke RF, Wissner E, et al.. Incidence of subclinical atherosclerosis as a marker of cardiovascular risk in retired professional football players. *Am J Cardiol* 105 ; 1107-1111, 2010.
- 38) Kvaavik E, Tell GS, Kiepp KI. Predictors and tracking of body mass index from adolescence into adulthood. *Arch Pediatr Adolesc Med* 157 ; 1212-1218, 2003.
- 39) Eisenmann JC, Welk GJ, Wickel EE, et al.. Stability of variables associated with the metabolic syndrome from adolescence to adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Am J Hum Biol* 16 ; 690-696, 2004.