

《原著》

一般住民における体脂肪蓄積タイプと
心血管疾患関連因子（血圧、糖代謝、脂
質代謝）との関係

高橋佳子¹、徳田糸代²、沢田かほり^{1,3}、
倉内静香⁴、桂木能久³、中路重之^{1,3}、
井原一成^{1,3}

1 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座
2 弘前大学大学院医学研究科オーラルヘルスケア学講座
3 弘前大学大学院医学研究科アクティブライフプロモーション学研
究講座
4 青森県立保健大学健康科学部看護学科

キーワード

1. 肥満指標
2. 内臓脂肪
3. 心血管疾患関連因子
4. メタボリックシンドローム
5. アディポサイトカイン

一般住民を対象に脂肪蓄積のタイプ別に心血管疾患関連因子との
相関を検討し、比較した。対象は青森県弘前市の20歳以上の住民653
名（男性254名、女性399名）であった。対象者に、内臓脂肪面積、
体・体幹部・四肢脂肪率、baPWV（四肢脈波伝播速度測定）、腹囲（臍
周囲径）、BMI、血液検査は中性脂肪、HDL・LDL コレステロール、
血糖、HbA1c、インスリン、HOMA-IR、アディポサイトカインを測定
した。内臓脂肪面積は、男性では他の肥満指標に比べ、有意な相関を
示す心血管疾患関連因子の数が多く、女性でも多くの心血管疾患関連
因子と相関し、心血管疾患リスクの早期発見・予防のためには内臓脂
肪面積の測定が推奨された。女性は内臓脂肪面積以外の肥満指標も多
くの心血管疾患関連因子と関連がみられた。女性の場合は脂肪分布の
特徴も踏まえ、腹部以外の脂肪蓄積についても評価する必要性が示唆
された。

体力・栄養・免疫学雑誌 第29巻 第1号 72-81頁 2019年

I. はじめに

日本国民の死因の約30%は心血管疾患（脳血管疾患、
心筋梗塞など）であり、その前駆病態としてメタボリ
ックシンドロームが注目されている¹⁻⁴。

メタボリックシンドロームの概念には、肥満（腹部
肥満）を基盤とした心血管疾患リスク因子（糖代謝異
常、脂質代謝異常、血圧高値）が包含されており、そ
の意味では、上流にある肥満（腹部肥満）の持つ意義
は大きい⁵⁻¹⁰。

腹腔内脂肪（以下内臓脂肪）が心血管疾患関連因子
に最も関連する可能性について、いくつかの肥満指標
（体脂肪率、BMI、腹囲、内臓脂肪、皮下脂肪等）と
その関連性を比較することにより、報告されている<sup>11-
19</sup>。特に内臓脂肪の測定は、過去においては腹囲測定
で代行していたが、CT法やMRI法による比較的正確
な測定方法が確立し²⁰⁻²¹、この種の研究の進展がみら
れるようになってきた。しかし、その根拠となるメカ
ニズムについては十分に解明されてはおらず、それに
向けての検討は、メタボリックシンドロームやそれに
起因する生活習慣病の病態解明、予防対策のためにも
重要である。

これまでの報告をレビューすると、①対象者が特定
の年代や性別が限定されているものが多い。②内臓脂
肪が心血管疾患リスクに及ぼす影響に着目し、その関
連性を皮下脂肪やBMI・体脂肪率と比較したものが多
く、種々の脂肪蓄積タイプ別でそれらの関係性を同時
に比較した報告は少ない。③脂肪蓄積によって上昇ま
たは低下し、高血圧・動脈硬化を惹起するといわれる
アディポサイトカインとの関連についての大規模調
査はみられない、という課題が認められた。

上記背景の一因として、CTやMRIによる内臓脂肪
の測定には、被曝、手技的な煩雑さ、高い費用の問題
などを伴い、多人数を用いた測定には不向きであった
点があげられる。そこで開発されたのがインピーダ
ンス法による内臓脂肪面積の測定である²²⁻³¹。インピー
ダンス法には、体幹前後軸方向およびDual BIA法によ
る内臓脂肪の測定の二つが存在する。ともにCTの測
定値と高い相関を認めることが報告されている（前者
 $r=0.88$ 、 $p<0.0001$ 、 $n=91$ ²⁴、後者 $r=0.884$ 、 $p<0.0001$ 、
 $n=180$ ²⁷）。

本研究では、体脂肪蓄積と心血管疾患関連因子との
関係性の検討において、先行研究により見えてきた課
題を踏まえ、青森県弘前市岩木地区の一般住民を対象

に、インピーダンス法 (体幹前後軸方向での測定方法) で測定した内臓脂肪面積を中心に、脂肪蓄積のタイプ別 (以下肥満指標別) に心血管疾患関連因子との関係を検討した。

本研究の特徴は、以下のとおりである。

- ①1,000 名を超える一般住民 (男女別に 20 歳から 91 歳までの全年代) を対象にした。
- ②内臓脂肪をインピーダンス法で測定した。
- ③肥満指標として、これまで報告のある内臓脂肪面積、体脂肪率、BMI、腹囲に、体幹部脂肪率と四肢脂肪率を加えて検討した。
- ④アディポサイトカインの測定を行った。

II. 対象と方法

1. 対象

対象者は、2015 年度「岩木健康増進プロジェクト・プロジェクト健診」に参加した 20 歳以上の一般住民 1,113 名であった。その中から、がん、虚血性心疾患、脳卒中、糖尿病の既往歴がある者、糖尿病治療薬服用の者、および調査項目に欠損値のある者を除いた 653 名 (男性 254 名、女性 399 名) を解析対象とした。年齢は 20 歳から 91 歳であった。

2. 測定項目

1) 体格・身体組成

身長は身長計により、腹囲はメジャーで臍周囲径を計測した。体重、体脂肪率は、TANITA 体組成計 (MC-190、タニタ、東京) を用いて測定し、体幹部脂肪率、四肢脂肪率は、そこで測定された体幹部脂肪量、四肢脂肪量と体重より算出した。BMI は、身長と体重から算出した。

内臓脂肪面積は、内臓脂肪計 EW-FA90 (Panasonic 医療機器認定番号: 22500BZX00522000) を用いて測定した。この内臓脂肪計による内臓脂肪面積計測の測定原理は梁らによって以下のように報告・検証されている²²⁻²⁴⁾。すなわち、臍近傍ならびに臍レベル脊椎近傍の間に弱電流を流し、側腹部に発生する電圧を測定する。内臓脂肪を通過した等電位線は、胴体表面の側腹部に現れるため、そこで発生する電圧を検出することによって内臓脂肪量を推定する。前述したように、この方法で推定される内臓脂肪量は、通常実施される CT の腹部断面画像による内臓脂肪面積とも高い相関を示し、正確かつ簡便、安全な内臓脂肪面積推定方法であるため、CT 画像による診断に代わる測定方法として汎用されるようになってきた。測定部位による誤差を最小とするため、誤差要因の検討 (呼吸や姿勢などの影響)²²⁾ により明らかとなった CT による測定値と高

く相関し、なおかつ最も再現性のよい、立位自然呼吸状態における臍周囲を基本測定部位とし、臍が下垂しているケースには上前腸骨棘と肋骨弓下縁間の中点で測定することを統一した。

2) 血圧、動脈硬化度 (baPWV)

血圧は電子血圧計 (手動加圧式) を用い、調査日の朝、会場にて看護師が安静状態を確認したのち、椅座位で収縮期血圧と拡張期血圧を測定した。測定は 2 回実施し、平均値を使用した。

baPWV はボリューム・プレチスモグラフィ装置 (Form PWV/ABI、フクダコーリン株式会社、東京) によって測定した。安静臥床にて肢誘導心電図および心音図をモニターしながら左右上腕及び左右足関節部の血圧を測定し、対象者の身長から算出した胸骨頸切痕から上腕、足関節までの距離から算出された baPWV 値を用いた。

3) 脂質・糖代謝関連、アディポサイトカイン項目

採血は、調査当日早朝空腹時に仰臥位で行い、株式会社 LSI メディエンスへ委託し測定を行った。調査項目は、脂質代謝関連項目は中性脂肪 (TG)、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、糖代謝関連項目は血清血糖 (以下血糖)、HbA1c (以上、酵素法にて測定)、インスリン (CLIA 法)、アディポサイトカインはレプチン (二抗体法)、アディポネクチン (ラテックス凝集比濁法)、PAI-1 (ラテックス凝集法) であった。HOMA-IR はインスリンと血糖の値から算出した。

4) アンケート調査

対象者へ事前に配布した自記式質問票に回答、記入の上、調査当日に持参してもらい、専門の調査員が個人面接による聞き取りを行い、回収した。調査項目は、性別、年齢、病歴、生活習慣 (飲酒、喫煙、運動)、服薬状況等である。さらに BDHQ (brief-type self-administered diet history questionnaire、簡易型自記式食事歴法質問票) により飲酒量を求めた。

3. 統計解析

対象を男女別に 40 歳未満、40 歳以上 60 歳未満、60 歳以上の 3 つに年齢区分して解析を行った。年齢区分は以下の 2 点を考慮し区分した。①男女ともに老化現象による身体的特徴が大きく変化する時期 (中年期以前、中年期、中年期以降) と一致する。②日本女性の平均閉経年齢は 50 歳前後 (45 歳~55 歳) といわれており、卵巣機能低下・消失によるエストロゲンの減少により、動脈硬化・脂質異常など身体機能に様々な影響が出現しやすくなる³²⁾。60 歳以降では男性のエストロゲンよりも低い値を示すようになり³³⁾、動脈硬化度は 60 歳代までは男性よりも女性で低い、60 歳を超

表1 対象者の特徴

	男性			女性			
	40歳未満(n=89)	40歳以上60歳未満(n=98)	60歳以上(n=67)	40歳未満(n=96)	40歳以上60歳未満(n=144)	60歳以上(n=159)	
体格	身長(cm)	172.6 ± 5.8	170.2 ± 5.3 *	164.0 ± 5.9 ** ††	159.1 ± 5.7	158.2 ± 5.4	152.5 ± 5.0 ** ††
	体重(kg)	69.9 ± 11.9	70.1 ± 10.2	62.9 ± 8.8 ** ††	54.7 ± 10.2	54.8 ± 8.4	52.8 ± 7.7
肥満指標	内臓脂肪面積値 (cm ²)	96.5 ± 48.2	109.5 ± 42.1	105.6 ± 40.5	55.6 ± 34.3	64.0 ± 31.5	74.4 ± 30.1 ** †
	臍周囲径(cm)	86.6 ± 9.6	88.5 ± 7.4	87.4 ± 7.1	80.0 ± 10.1	82.1 ± 8.7	85.3 ± 8.2 ** ††
	体脂肪率(%)	18.9 ± 6.1	19.3 ± 5.2	19.4 ± 5.1	28.5 ± 7.8	28.4 ± 6.4	29.8 ± 7.0
	体幹部脂肪率(%)	10.3 ± 3.9	10.8 ± 3.4	11.1 ± 3.3	14.2 ± 5.2	14.9 ± 4.3	16.3 ± 4.8 ** †
	四肢脂肪率(%)	8.6 ± 2.3	8.6 ± 1.9	8.3 ± 2.0	14.3 ± 2.8	13.6 ± 2.2	13.5 ± 2.4 *
	BMI	23.5 ± 3.9	24.1 ± 2.9	23.3 ± 2.7	21.6 ± 4.1	21.9 ± 3.2	22.7 ± 3.1 *
血圧系	収縮期血圧(mmHg)	119.7 ± 14.2	123.6 ± 14.3	130.4 ± 15.2 ** ††	108.7 ± 13.2	115.4 ± 17.5 **	125.8 ± 16.1 ** ††
	拡張期血圧(mmHg)	74.2 ± 11.3	81.4 ± 10.6 **	77.7 ± 10.4	67.3 ± 8.9	72.6 ± 12.3 **	75.2 ± 9.9 **
	baPWV(cm/s)	1263.4 ± 183.7	1406.3 ± 192.9 **	1784.1 ± 383.0 ** ††	1086.2 ± 130.0	1287.1 ± 241.2 **	1662.3 ± 310.6 ** ††
脂質代謝系	TG (mg/dl)	117.9 ± 113.5	148.6 ± 128.1	114.0 ± 112.0	65.8 ± 40.9	77.2 ± 39.5	86.2 ± 34.5 **
	HDL-Cho (mg/dl)	60.5 ± 18.0	61.0 ± 17.1	65.9 ± 19.3	71.0 ± 16.3	71.8 ± 18.7	70.3 ± 15.6
	LDL-Cho (mg/dl)	104.3 ± 26.9	125.8 ± 27.8 **	115.4 ± 29.2 *	104.6 ± 25.8	121.8 ± 27.2 **	126.6 ± 30.8 **
糖代謝系	血糖 (mg/dl)	76.7 ± 16.5	81.1 ± 14.7	85.2 ± 11.4 **	72.2 ± 6.5	78.5 ± 9.4 **	84.0 ± 10.8 ** ††
	HbA1c(%)	5.5 ± 0.6	5.7 ± 0.6 *	5.8 ± 0.4 **	5.5 ± 0.2	5.7 ± 0.4 **	5.8 ± 0.3 ** ††
	インスリン(μU/ml)	4.4 ± 2.4	4.7 ± 2.2	3.8 ± 2.0	4.6 ± 2.5	4.4 ± 2.8	5.0 ± 2.6
	HOMA-IR	0.8 ± 0.5	0.9 ± 0.5	0.8 ± 0.5	0.8 ± 0.5	0.9 ± 0.8	1.1 ± 0.7 *
炎症マーカー	IL-6 (pg/ml)	6.2 ± 3.5	5.9 ± 3.4	5.1 ± 2.3	13.6 ± 8.7	12.4 ± 7.1	10.9 ± 6.4 *
	アディポネクチン(μg/ml)	7.3 ± 2.9	7.7 ± 3.5	9.0 ± 3.7 ** ††	10.6 ± 4.3	12.6 ± 6.2 *	13.7 ± 5.8 **
	PAI-1 (ng/ml)	37.6 ± 26.0	38.4 ± 18.9	35.1 ± 29.5	28.0 ± 13.5	27.8 ± 15.3	27.8 ± 12.8

数値は平均±標準偏差、一元配置分散分析にて、多重比較検定はTurkey法またはGames-Howell法により検定。

* 40歳未満との差 $p < 0.05$ ** 40歳未満との差 $p < 0.01$ † 40歳以上60歳未満との差 $p < 0.05$ †† 40歳以上60歳未満との差 $p < 0.01$

えるとその差は消失することが報告されている^{34,35)}。40歳未満はエストロゲンの恩恵を受けている時期、60歳以上はエストロゲン減少による影響が顕著に表れる時期である。

対象者の特徴は一元配置分散分析を行い、多重比較検定は Turkey 法、または Games-Howell 法を用いた。各肥満指標 (内臓脂肪面積、臍周囲径、体脂肪率、体幹部脂肪率、四肢脂肪率、BMI) と心血管疾患関連因子 (血圧、糖代謝、脂質代謝)、アディポサイトカインとの相関を年齢、pack-year、飲酒量、運動習慣の有無、高血圧治療薬・高脂血症治療薬服用の有無を調整項目として重回帰分析を行った。なお、統計解析には SPSS ver.22 (日本 IBM 株式会社、東京) を用いた。統計学的有意水準は、 $p < 0.05$ をもって有意差ありとした。

4. 倫理的配慮

本研究および岩木健康増進プロジェクトは弘前大学大学院医学研究科倫理委員会の承認を得て実施された。また、対象者本人には研究の目的、主旨、研究協力の中絶の保証、匿名性の確保、およびデータの管理方法について文書および口頭にて説明した上で研究協力の承諾を文書で得た。(承認番号 2015-377)

III. 結果

対象者は、男性は、40歳未満 89名、40歳以上60歳未満 98名、60歳以上 67名であり、女性は、40

歳未満 96名、40歳以上60歳未満 144名、60歳以上 159名であった。

1. 男女別年代別にみた各測定項目

男女および年齢3区分 (40歳未満、40歳以上60歳未満、60歳以上) ごとの、体格・肥満指標・血圧・糖代謝・脂質代謝・アディポサイトカインの結果を表1に示す。

1) 体重

体重は男性において、60歳以上で、40歳未満および40歳以上60歳未満よりも有意に低かった (いずれも $p < 0.01$)。女性は年齢区分間による差はみられなかった。

2) 肥満指標別の年代別変化

女性は、内臓脂肪面積、臍周囲径、体幹部脂肪率において、年齢が上がるほど高値であった。男性では、年齢区分による差はみられなかったが、内臓脂肪において、40歳以上60歳未満および60歳以上とも、平均値が腹部肥満の基準である 100 cm²を超えていた。臍周囲径においては、全年齢区分で基準の 85 cm以上であった。

3) 心血管疾患関連項目 (血圧、糖代謝、脂質代謝) の年代別変化

血圧系は、女性は、収縮期・拡張期血圧、baPWV の全てが、男性は収縮期血圧と baPWV が、年齢が上がるほど高値であった。

脂質代謝では、LDL コレステロールは、男女とも40歳未満の値が他の年齢区分より有意に低かった (40歳

表2 肥満指標と心血管疾患関連因子との関連(男性)

		n	内臓脂肪面積		臍周囲径		体脂肪率		体幹部脂肪率		四肢脂肪率		BMI	
			β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
血圧系	収縮期血圧 (mmHg)	40歳未満 (n=89)	0.41	<0.01	0.40	<0.01	0.31	<0.01	0.27	0.01	0.35	<0.01	0.36	<0.01
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.06	0.60	0.01	0.91	0.00	0.96	-0.01	0.93	0.00	1.00	-0.04	0.69
		60歳以上 (n=67)	0.05	0.70	0.00	1.00	0.02	0.90	0.01	0.93	0.03	0.83	0.03	0.84
	拡張期血圧 (mmHg)	40歳未満 (n=89)	0.27	0.01	0.28	0.01	0.12	0.24	0.08	0.41	0.18	0.08	0.24	0.02
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.12	0.24	0.05	0.59	0.04	0.65	0.05	0.62	0.03	0.74	-0.01	0.94
		60歳以上 (n=67)	0.01	0.92	0.01	0.96	-0.01	0.93	-0.01	0.92	0.00	0.97	0.09	0.51
	baPWV (cm/s)	40歳未満 (n=89)	0.00	0.98	-0.02	0.87	-0.07	0.43	-0.10	0.28	-0.03	0.78	0.00	0.99
		40歳以上60歳未満 (n=98)	-0.01	0.92	-0.13	0.18	-0.08	0.41	-0.05	0.58	-0.13	0.19	-0.22	0.02
		60歳以上 (n=67)	-0.04	0.77	-0.17	0.16	-0.12	0.29	-0.10	0.40	-0.16	0.18	-0.16	0.18
脂質代謝系	TG (mg/dl)	40歳未満 (n=89)	0.36	<0.01	0.25	0.02	0.25	0.02	0.24	0.03	0.25	0.02	0.23	0.04
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.22	0.04	0.11	0.29	0.14	0.20	0.14	0.19	0.13	0.22	0.11	0.31
		60歳以上 (n=67)	0.29	0.03	0.16	0.21	0.10	0.41	0.13	0.28	0.05	0.72	0.11	0.41
	HDL-Cho (mg/dl)	40歳未満 (n=89)	-0.14	0.19	-0.08	0.48	-0.06	0.58	-0.03	0.75	-0.10	0.37	-0.04	0.74
		40歳以上60歳未満 (n=98)	-0.37	<0.01	-0.35	<0.01	-0.32	<0.01	-0.31	<0.01	-0.32	<0.01	-0.25	0.02
		60歳以上 (n=67)	-0.32	0.01	-0.27	0.03	-0.20	0.09	-0.20	0.08	-0.18	0.13	-0.22	0.07
	LDL-Cho (mg/dl)	40歳未満 (n=89)	0.37	<0.01	0.33	<0.01	0.23	0.03	0.19	0.08	0.28	0.01	0.36	<0.01
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.38	<0.01	0.39	<0.01	0.34	<0.01	0.33	<0.01	0.36	<0.01	0.38	<0.01
		60歳以上 (n=67)	0.32	0.02	0.17	0.19	0.26	0.04	0.28	0.03	0.20	0.12	0.10	0.45
糖代謝系	血糖 (mg/dl)	40歳未満 (n=89)	0.25	0.02	0.20	0.06	0.17	0.13	0.16	0.14	0.16	0.13	0.20	0.06
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.08	0.45	-0.05	0.63	0.02	0.88	0.02	0.83	0.01	0.96	-0.06	0.57
		60歳以上 (n=67)	0.30	0.02	0.27	0.03	0.22	0.06	0.19	0.10	0.26	0.03	0.31	0.01
	HbA1c (%)	40歳未満 (n=89)	0.28	0.01	0.21	0.06	0.16	0.16	0.14	0.20	0.17	0.13	0.22	0.04
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.19	0.09	0.09	0.39	0.15	0.16	0.14	0.17	0.16	0.14	0.12	0.29
		60歳以上 (n=67)	0.28	0.03	0.23	0.06	0.14	0.25	0.13	0.27	0.14	0.27	0.23	0.06
	インスリン (μ U/ml)	40歳未満 (n=89)	0.59	<0.01	0.60	<0.01	0.52	<0.01	0.47	<0.01	0.57	<0.01	0.65	<0.01
		40歳以上60歳未満 (n=98)	0.52	<0.01	0.50	<0.01	0.48	<0.01	0.48	<0.01	0.45	<0.01	0.45	<0.01
		60歳以上 (n=67)	0.76	<0.01	0.66	<0.01	0.56	<0.01	0.56	<0.01	0.52	<0.01	0.58	<0.01
HOMA-IR	40歳未満 (n=89)	0.60	<0.01	0.62	<0.01	0.52	<0.01	0.48	<0.01	0.57	<0.01	0.67	<0.01	
	40歳以上60歳未満 (n=98)	0.46	<0.01	0.39	<0.01	0.40	<0.01	0.41	<0.01	0.38	<0.01	0.35	<0.01	
	60歳以上 (n=67)	0.72	<0.01	0.63	<0.01	0.53	<0.01	0.54	<0.01	0.47	<0.01	0.56	<0.01	

数値は重回帰分析で得られた標準回帰係数(β)とその有意確率。調整項目は年齢、pack-year、飲酒量、運動習慣、高血圧治療薬・高脂血症治療薬服用の有無。相関係数が有意($p < 0.05$)であったものをグレーの網掛けで表した。

以上 60 歳未満で $p < 0.01$ 、60 歳以上は 男性 $p < 0.05$ 女性 $p < 0.01$ が、HDL コレステロールでは差がみられなかった。TG は、女性の 60 歳以上の値が 40 歳未満より有意に高かった ($p < 0.01$)。

糖代謝については、男性は HbA1c、女性は血糖と HbA1c において、年齢が上がるほど高値であった。インスリンと HOMA-IR は年齢区分による差がみられなかった。

4) アディポサイトカインの年代別変化

男女とも PAI-1 は、年齢区分による差はみられず、アディポネクチンは、年齢が上がるほど高値であった。レプチンは、女性のみ 60 歳以上群が 40 歳未満群より有意に低値であった ($p < 0.05$)。

2. 各肥満指標と心血管疾患関連項目(血圧、糖代謝、脂質代謝) との相関

1) 男性 (表 2)

6 つの肥満指標の中で最も心血管疾患関連因子と多く関連したのは、内臓脂肪面積であった (3 年齢区分で心血管疾患関連因子 10 項目の総評価数 30 のうち 20 が有意な相関を示した)。次いで BMI (15)、臍周囲径 (14)、体脂肪率、四肢脂肪率 (各 12)、体幹部脂肪率 (11) の順であった。特に、内臓脂肪面積は、全年齢

区分で、TG、LDL コレステロール、インスリン、HOMA-IR との有意な相関がみられた。

血圧は、40 歳未満のみ (収縮期血圧は全肥満指標と、拡張期血圧は内臓脂肪面積と臍周囲径との間で)、有意な相関がみられた。baPWV は、有意な相関がみられなかった。

インスリン、HOMA-IR は全年齢区分ですべての肥満指標との間に有意な相関がみられた。

以上の相関は HDL コレステロールのみ負の相関で、その他は正の相関であった。

2) 女性 (表 3)

全肥満指標で心血管疾患関連因子との有意な相関が多数みられ、その数は、体脂肪率、四肢脂肪率 (それぞれ総評価数 30 のうち 24 が有意な相関を示した)、体幹部脂肪率、BMI (各 23)、内臓脂肪面積、臍周囲径 (各 22) であった。

全ての肥満指標において、全年齢区分で関連因子 10 項目のうち 6~7 項目に有意な相関がみられた。拡張期血圧、TG、HDL コレステロール、インスリン、HOMA-IR は、全年齢区分ですべての肥満指標と有意な相関がみられた。

baPWV はいずれも相関がみられなかった。

以上の相関は HDL コレステロールのみ負の相関で、

表3 肥満指標と心血管疾患関連因子との関連(女性)

			内臓脂肪面積		臍周囲径		体脂肪率		体幹部脂肪率		四肢脂肪率		BMI	
			β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
血圧系	収縮期血圧 (mmHg)	40歳未満 (n=96)	0.57	<0.01	0.58	<0.01	0.55	<0.01	0.55	<0.01	0.53	<0.01	0.59	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.07	0.38	0.32	<0.01	0.33	<0.01	0.30	<0.01	0.35	<0.01	0.36	<0.01
		60歳以上 (n=159)	0.15	0.06	0.16	<0.05	0.22	0.01	0.21	0.01	0.23	0.01	0.18	0.03
	拡張期血圧 (mmHg)	40歳未満 (n=96)	0.53	<0.01	0.52	<0.01	0.54	<0.01	0.54	<0.01	0.52	<0.01	0.52	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.31	<0.01	0.29	<0.01	0.28	<0.01	0.26	<0.01	0.29	<0.01	0.33	<0.01
		60歳以上 (n=159)	0.23	<0.01	0.25	<0.01	0.27	<0.01	0.27	<0.01	0.26	<0.01	0.23	0.01
	baPWV (cm/s)	40歳未満 (n=96)	0.18	0.07	0.16	0.12	0.16	0.09	0.18	0.07	0.14	0.16	0.16	0.09
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.13	0.12	0.07	0.40	0.05	0.53	0.06	0.44	0.02	0.77	-0.01	0.89
		60歳以上 (n=159)	0.01	0.91	0.01	0.89	-0.03	0.71	0.00	0.98	-0.08	0.30	-0.08	0.32
脂質代謝系	TG (mg/dl)	40歳未満 (n=96)	0.32	<0.01	0.29	0.01	0.32	<0.01	0.34	<0.01	0.27	0.01	0.32	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.38	<0.01	0.35	<0.01	0.38	<0.01	0.38	<0.01	0.35	<0.01	0.36	<0.01
		60歳以上 (n=159)	0.25	<0.01	0.21	0.01	0.23	<0.01	0.23	<0.01	0.23	<0.01	0.24	<0.01
	HDL-Cho (mg/dl)	40歳未満 (n=96)	-0.37	<0.01	-0.42	<0.01	-0.46	<0.01	-0.48	<0.01	-0.41	<0.01	-0.43	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	-0.39	<0.01	-0.40	<0.01	-0.43	<0.01	-0.43	<0.01	-0.42	<0.01	-0.35	<0.01
		60歳以上 (n=159)	-0.26	<0.01	-0.27	<0.01	-0.25	<0.01	-0.23	<0.01	-0.28	<0.01	-0.27	<0.01
	LDL-Cho (mg/dl)	40歳未満 (n=96)	0.28	0.01	0.24	0.02	0.32	<0.01	0.32	<0.01	0.31	<0.01	0.34	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.21	0.01	0.19	0.02	0.26	<0.01	0.25	<0.01	0.25	<0.01	0.20	0.01
		60歳以上 (n=159)	0.18	0.02	0.14	0.06	0.11	0.14	0.13	0.10	0.08	0.32	0.05	0.56
糖代謝系	血糖 (mg/dl)	40歳未満 (n=96)	0.17	0.09	0.16	0.13	0.27	0.01	0.27	0.01	0.27	0.01	0.22	0.03
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.10	0.24	0.09	0.28	0.24	<0.01	0.10	0.24	0.11	0.17	0.11	0.18
		60歳以上 (n=159)	0.17	0.04	0.15	0.07	0.19	0.02	0.19	0.02	0.17	<0.05	0.15	0.06
	HbA1c (%)	40歳未満 (n=96)	0.02	0.83	-0.01	0.93	0.00	1.00	-0.01	0.90	0.03	0.79	0.06	0.55
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.25	<0.01	0.22	0.01	0.27	<0.01	0.25	<0.01	0.31	<0.01	0.30	<0.01
		60歳以上 (n=159)	0.21	0.01	0.20	0.02	0.16	0.06	0.14	0.08	0.18	0.03	0.22	0.01
	インスリン (μ U/ml)	40歳未満 (n=96)	0.72	<0.01	0.71	<0.01	0.68	<0.01	0.69	<0.01	0.64	<0.01	0.77	<0.01
		40歳以上60歳未満(n=144)	0.51	<0.01	0.46	<0.01	0.50	<0.01	0.50	<0.01	0.47	<0.01	0.49	<0.01
		60歳以上 (n=159)	0.39	<0.01	0.34	<0.01	0.36	<0.01	0.36	<0.01	0.35	<0.01	0.35	<0.01
HOMA-IR	40歳未満 (n=96)	0.70	<0.01	0.69	<0.01	0.68	<0.01	0.69	<0.01	0.64	<0.01	0.75	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=144)	0.42	<0.01	0.37	<0.01	0.41	<0.01	0.41	<0.01	0.39	<0.01	0.41	<0.01	
	60歳以上 (n=159)	0.32	<0.01	0.27	<0.01	0.31	<0.01	0.30	<0.01	0.31	<0.01	0.29	<0.01	

数値は重回帰分析で得られた標準回帰係数(β)とその有意確率。調整項目は年齢、pack-year、飲酒量、運動習慣、高血圧治療薬・高脂血症治療薬服用の有無。相関係数が有意($p < 0.05$)であったものをグレーの網掛けで表した。

表4 肥満指標とアディポサイトカインとの関連

		男性(n=254)												
			内臓脂肪面積		臍周囲径		体脂肪率		体幹部脂肪率		四肢脂肪率		BMI	
			β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
レプチン(ng/ml)	40歳未満 (n=89)	0.77	<0.01	0.76	<0.01	0.76	<0.01	0.74	<0.01	0.74	<0.01	0.72	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=98)	0.56	<0.01	0.55	<0.01	0.64	<0.01	0.65	<0.01	0.60	<0.01	0.53	<0.01	
	60歳以上 (n=67)	0.64	<0.01	0.55	<0.01	0.50	<0.01	0.51	<0.01	0.43	<0.01	0.43	<0.01	
アディポネクチン (μ g/ml)	40歳未満 (n=89)	-0.22	0.05	-0.12	0.30	-0.05	0.63	-0.02	0.82	-0.10	0.35	-0.17	0.12	
	40歳以上60歳未満(n=98)	-0.45	<0.01	-0.33	<0.01	-0.31	<0.01	-0.29	<0.01	-0.33	<0.01	-0.37	<0.01	
	60歳以上 (n=67)	-0.36	<0.01	-0.25	0.03	-0.21	0.06	-0.21	0.06	-0.19	0.10	-0.23	<0.05	
PAI-1 (ng/ml)	40歳未満 (n=89)	0.40	<0.01	0.36	<0.01	0.31	<0.01	0.31	<0.01	0.31	<0.01	0.40	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=98)	0.17	0.10	0.11	0.24	0.15	0.12	0.17	0.07	0.10	0.30	0.06	0.58	
	60歳以上 (n=67)	0.30	0.03	0.28	0.03	0.18	0.16	0.19	0.13	0.14	0.27	0.24	0.07	
		女性(n=399)												
			内臓脂肪面積		臍周囲径		体脂肪率		体幹部脂肪率		四肢脂肪率		BMI	
			β	p	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p
レプチン(ng/ml)	40歳未満 (n=96)	0.86	<0.01	0.82	<0.01	0.86	<0.01	0.87	<0.01	0.81	<0.01	0.84	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=144)	0.67	<0.01	0.63	<0.01	0.77	<0.01	0.78	<0.01	0.71	<0.01	0.68	<0.01	
	60歳以上 (n=159)	0.65	<0.01	0.62	<0.01	0.71	<0.01	0.69	<0.01	0.71	<0.01	0.66	<0.01	
アディポネクチン (μ g/ml)	40歳未満 (n=96)	-0.42	<0.01	-0.40	<0.01	-0.35	<0.01	-0.37	<0.01	-0.29	<0.01	-0.35	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=144)	-0.48	<0.01	-0.48	<0.01	-0.43	<0.01	-0.44	<0.01	-0.40	<0.01	-0.39	<0.01	
	60歳以上 (n=159)	-0.38	<0.01	-0.32	<0.01	-0.34	<0.01	-0.35	<0.01	-0.31	<0.01	-0.36	<0.01	
PAI-1 (ng/ml)	40歳未満 (n=96)	0.50	<0.01	0.45	<0.01	0.52	<0.01	0.52	<0.01	0.49	<0.01	0.54	<0.01	
	40歳以上60歳未満(n=144)	0.45	<0.01	0.42	<0.01	0.48	<0.01	0.48	<0.01	0.45	<0.01	0.44	<0.01	
	60歳以上 (n=159)	0.30	<0.01	0.27	<0.01	0.29	<0.01	0.30	<0.01	0.24	<0.01	0.27	<0.01	

数値は重回帰分析で得られた標準回帰係数(β)とその有意確率。調整項目は年齢、pack-year、飲酒量、運動習慣、高血圧治療薬・高脂血症治療薬服用の有無。相関係数が有意($p < 0.05$)であったものをグレーの網掛けで表した。

その他は正の相関であった。

女性では、全年齢区分で全ての肥満指標が3種のアディポサイトカインと有意な相関を示した。男性では、レプチンのみ全年齢区分で全ての肥満指標と相関が

3. 各肥満指標とアディポサイトカインとの関連(表4)

みられた。3種のアディポサイトカインと最も多く有意な関連を示した肥満指標は、内臓脂肪と臍周囲径であった（それぞれ3年齢区分で3項目の総評価数9のうち7が有意な相関を示した）。

以上の相関は、レプチン、PAI-Iが正の相関、アディポネクチンが負の相関関係であった。

IV. 考察

本研究では、脂肪蓄積タイプ（肥満指標）別に心血管疾患関連因子との関連を検討した。

研究の結果を概観すると、いずれの肥満指標も何らかの心血管疾患関連因子と有意な相関を示し（特にインスリン、HOMA-IRは、男女とも全年齢区分ですべての肥満指標との間に有意な相関がみられた）、肥満・体脂肪蓄積がメタボリックシンドロームや心血管疾患へ大きな影響を持つことが確認された。

本研究結果の一番の特徴は、男性においては、他の肥満指標に比べて、内臓脂肪面積と心血管疾患関連因子との相関が最も高い傾向にあり、女性は内臓脂肪と同様に他の肥満指標も多く心血管疾患関連因子と相関したことである。本研究の最大の特徴である、600名を超える対象者に、内臓脂肪面積、臍周囲径、体脂肪率、体幹部脂肪率、四肢脂肪率、BMIという肥満指標別に同時測定し心血管疾患リスク項目との相関性を比較したことにより、導くことができた結果である。

内臓脂肪が、BMIや体脂肪率と比較して、心血管疾患関連因子とより高い相関を示すことはいくつかの先行研究で示されている^{11,12,14,16-19}。Shahらは、MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis) で1,511名を対象に検討したところ、体重に関係なく内臓脂肪が皮下脂肪よりもメタボリックシンドロームと強く関連していることを報告した⁶。また、Matsuzawaらは、冠動脈性心臓病患者31人の脂肪分布をCTで測定し、肥満、特に内臓脂肪蓄積した者の、糖・脂質代謝系の成績が悪いことを報告した⁷。Kohらは、糖尿病に罹患していない日本人男性624名を対象に、内臓脂肪面積、腹部皮下脂肪面積(ASFA)と血圧およびインスリン抵抗性との関連を研究し、内臓脂肪面積が高血圧、糖・脂質代謝と相関し、他部の脂肪と高血圧は関連しなかったことを報告した¹³。

我々が調査した3種のアディポサイトカインは、いずれも脂肪細胞、特に内臓脂肪から多く産生されることが知られている^{5,8-10}。レプチンは、食欲抑制やエネルギー消費亢進作用、アディポネクチンは、抗動脈硬化およびインスリン抵抗性改善作用を有する。しかし、レプチンは肥満においては血中濃度が上昇するにもかかわらず過食やインスリン抵抗性、いわゆるレプチ

ン抵抗性を示し、血圧上昇作用も有する。アディポネクチンは肥満や内臓脂肪蓄積により分泌が低下する。また、PAI-1 (plasminogen activator inhibitor-1)は、組織プラスミノゲンアクチベーター(t-PA)の活性を消失させ、線溶系を抑制するポリペプチドであり、動脈硬化で高値を示すことが知られている^{5,8}。さらに近年、内臓脂肪はアディポサイトカインの一種であるIL-6の発現が高く、肝へ流入することで慢性炎症を惹起することや^{9,10,36,37}や、酸化ストレスと深く関与していることが明らかになってきた^{38,39}。

今回、男性のアディポサイトカインは、表4に示すように、他の肥満指標と比べて内臓脂肪面積および臍周囲径と最も多く関連していた（女性では全年齢区分において全ての肥満指標とアディポサイトカインと相関）。男性で、他の肥満指標に比べて、内臓脂肪面積と心血管疾患関連因子との相関が最も高い傾向にあった理由は、内臓脂肪由来のアディポサイトカインの挙動に裏付けられていることが示唆された。

以上のことから、内臓脂肪面積は男性では心血管疾患リスクへの脂肪の影響を最もよく反映（女性もよく反映）していると考えられ、心血管疾患リスクの早期発見・予防のためには内臓脂肪面積の測定が推奨される。臍周囲径は内臓脂肪の蓄積レベルを簡易的に推定するための方法として広く使用されているが、CTによる内臓脂肪面積測定値との相関係数はインピーダンス法による内臓脂肪面積測定のほうが、より高く相関すること（臍周囲径 男性 $r=0.75$ 、女性 $r=0.72$ インピーダンス法による内臓脂肪面積 男性 $r=0.86$ 、女性 $r=0.85$ ）が報告されている²²。今回使用したインピーダンス法による内臓脂肪面積の測定は、臍周囲径より相対的に相関係数が大きかったことに加えて、非侵襲で簡易的に測定できることから、今回のような多数の対象者への測定に適していると考えられた。

一方、なぜ女性では男性とは異なり、内臓脂肪面積だけでなく他の肥満指標も多く心血管疾患関連因子と関連がみられたのであろうか。Vagueら⁴⁰は、腹部肥満と性ホルモンとの関連を報告している。つまり閉経前の女性は、性ホルモンに守られているため内臓脂肪蓄積が緩やかであると述べている。今回の結果でも、女性は男性と比べて、内臓脂肪面積、臍周囲径、BMIは低い値を示したが、体脂肪率、体幹部脂肪率、四肢脂肪率は高い値を示した。先に述べた心血管疾患リスク因子に影響を及ぼすアディポサイトカインの多くは内臓脂肪から分泌されているが、皮下脂肪や骨格筋脂肪からも分泌されている⁴¹。女性は男性よりも腹部以外（ヒップや下肢等）に脂肪が多く分布しており⁴²、それらによる影響も大きく、内臓脂肪面積だけでなく他の肥満指標（体脂肪率、体幹部・四肢脂肪率

等)でも同程度の相関関係を示すという、男性とは異なる結果となったことが推察される。Binら⁴³⁾は、中年女性の全身酸化ストレスと体脂肪分布、アディポサイトカインおよび炎症マーカーとの関連を調査し、BMIや腹囲、体幹の脂肪量等の指標より、下半身の脂肪量がより密接に炎症及びアディポサインと関連したことを報告した。本研究の結果も、そのことの可能性を含んだ結果ともいえる。内臓脂肪蓄積の心血管疾患リスクへの影響は重要ではあるが、女性の場合は脂肪分布の特徴も踏まえ、腹部以外の脂肪の蓄積についても着目して評価することの必要性が示唆された。この点についての報告は限られており^{43,44)}、更なる検証が必要である。

次に、肥満と高血圧は大きく関連するものであることが報告されている⁴⁵⁻⁴⁷⁾が、今回、男性の40歳未満以外の血圧、および男女の動脈硬化度は、そのことを明確に表わす結果ではなかった。しかし、今回の結果からその要因を推察することは困難であった。男性のアディポサイトカインの分泌が、女性のように全年齢区分で全ての肥満指標と相関が認められたわけではないことや、集団の特殊性などの可能性なども踏まえて検証していくことが今後の課題である。

本研究の限界は横断研究であることである。元来、肥満は、メタボリックシンドロームや心血管疾患の前駆病態という位置づけであり⁴⁾、その意味では前向き追跡(コホート)研究がなされるべきである。しかし、同じ時点の測定値間に相関がみられたということは将来のさらに強い関連を示唆するものであるとも考えられた。また、40歳未満の若い年代からこのような傾向がみられたこと(特に男性では40歳未満群で最も相関傾向が高かった)は、肥満の健康影響がこの年代から発現していることを示しており、より早い年代からの内臓脂肪蓄積予防を中心とした肥満予防対策やそれに向けた生活習慣予防が必要性を強調したものと考えられた。

利益相反

本研究の共著者である沢田かほり、桂木能久、中路重之、井原一成が所属する弘前大学大学院医学研究科アクティブライフプロモーション学研究講座は弘前大学大学院医学研究科と花王株式会社との共同研究講座であり、桂木能久は花王株式会社の社員である。沢田かほり、中路重之、井原一成は、弘前大学大学院医学研究科社会医学講座と併任している。

謝辞

本論文の作成にあたり、研究の趣旨を理解し、ご協力いただいた青森県弘前市岩木地区の皆様、調査にご

協力くださった皆様に心より感謝申し上げます。

なお、本研究は文部科学省革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM,2013~)「認知症・生活習慣病研究とビッグデータ解析の融合による画期的な疾患予兆発見の仕組み構築と予防法の開発」の助成を受けたものである。

(受稿2018/12/26 受理2019/1/4)

文献

- 1) 日本肥満学会肥満症診療ガイドライン作成委員会(編):肥満症診療ガイドライン2016. 東京:ライフサイエンス;2016.
- 2) 日本肥満学会:肥満研究:肥満症診断基準 2011.日本肥満学会誌臨時増刊号, 2011;17:1-79.
- 3) 松澤佑次, 井上修二, 池田義雄, 他: 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究:日本肥満学会誌,2000;6:18-28.
- 4) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会:メタボリックシンドロームの定義と診断基準.日本内科学会雑誌, 2005;94:794-809.
- 5) Yuji Matsuzawa, Tohru Funahashi, Tadashi Nakamura: The Concept of Metabolic Syndrome: Contribution of Visceral Fat Accumulation and Its Molecular Mechanism. Journal of Atherosclerosis and Thrombosis, 2011;18:629-39.
- 6) Ravi V. Shah, Venkatesh L. Murthy, Siddique A. Abbasi, Ron Blankstein, Raymond Y. Kwong, Allison B. Goldfine, Michael Jerosch-Herold, et al.: Visceral Adiposity and the Risk of Metabolic Syndrome Across Body Mass Index: The MESA Study. JACC Cardiovasc Imaging, 2014;7:1221-35.
- 7) Yilji Matsuzawa, Taclushi Nakamura, Iichiro Shimomura, Kazuaki Kotani: Visceral Fat Accumulation and Cardiovascular Disease. OBESITY RESEARCH, 1995; 3:645S-7S.
- 8) Y Matsuzawa: The role of fat topology in the risk of disease. International Journal of Obesity, 2008;32:S83-92.
- 9) Mi-Jeong Lee, Yuanyuan Wu, Susan K. Fried: Adipose tissue heterogeneity: Implication of depot differences in adipose tissue for obesity complications. Molecular Aspects of Medicine, 2013;34:1-11.
- 10) Luigi Fontana, J. Christopher Eagon, Maria E. Trujillo, Philipp E. Scherer, Samuel Klein: Visceral Fat Adipokine Secretion Is Associated With Systemic Inflammation in Obese Humans. Diabetes, 2007; 56: 1010-13.
- 11) 謝勲東, 吉永英世: 肥満指標と冠動脈疾患危険因子の関連性-waist/height 比と他の肥満指標の検討.

- 日本人間ドック学会誌, 1996;11:130-3.
- 12) 西澤均, 高橋雅彦, 中村正, 梁美和, 西田誠, 船橋徹, 小谷一晃, 他: 肥満合併症からみた種々の体脂肪パラメーターの有用性に関する検討. 肥満研究, 2001;7:138-42.
 - 13) Koh Hideo, Hayashi Tomoshige, Kogawa Sato Kyoko, Harita Nobuko, Maeda Isseki, Nishizawa Yoshiki, Endo Ginji, et al: Visceral adiposity, not abdominal subcutaneous fat area, is associated with high blood pressure in Japanese men: the Ohtori study. Hypertension, 2011;34: 565-72.
 - 14) Aki Hiuge-Shimizu, Ken Kishida, Tohru Funahashi, Yuko Ishizaka, Rie Oka, Minoru Okada, Shizu Suzuki, et al: Absolute value of visceral fat area measured on computed tomography scans and obesity-related cardiovascular risk factors in large-scale Japanese general population (the VACATION-J study). Ann Med, 2012;44:82-92.
 - 15) Shiina Yutaka Homma Yasuhiko: Relationships between the Visceral Fat Area on CT and Coronary Risk Factor Markers. Internal Medicine, 2013; 5:1775-80.
 - 16) Ryo Miwa, Funahashi Tohru, Nakamura Tadashi, Kihara Shinji, Kotani Kazuaki, Tokunaga Katsuto, Matsuzawa Yuji, Shimomura Ichiro: Fat Accumulation and Obesity-related Cardiovascular Risk Factors in Middle-aged Japanese Men and Women. Internal Medicine, 2014;53:299-305.
 - 17) 福井敏樹, 丸山美江, 山内一裕, 吉鷹寿美江, 宮本侑, 深見孝治: 肥満関連因子と尿酸値との関係 特に内臓脂肪との関連について. 人間ドック, 2014;29:26-33.
 - 18) 佐藤秀昭, 中村守秀, 奥田信之: 内臓脂肪面積と健康障害の検討. 東京都医師会雑誌, 2015 ;68:466-71.
 - 19) 原丈貴, 中雄勇人, 三村達也, 藤本繁夫: 中高年女性における隠れ肥満者の体力および動脈硬化性疾患リスクファクター. 肥満研究, 2015;21:161-6.
 - 20) 内藤祐介: 腹部コンピューター断層撮影による内臓脂肪面積測定の内臓脂肪面積の国際比較. 臨床医薬, 2016; 32:783-91.
 - 21) 高柳有希, 今村駿, 片山善博, 武藤繁貴, 大條浩, 増井孝之: MRI による内臓脂肪体積測定: 内臓脂肪面積計測位置との相関の検討. 人間ドック, 2013; 28:622-8.
 - 22) 梁美和, 中村正, 西田誠, 高橋雅彦, 堀田紀久子, 松澤佑次, 奥宮暁子, 他: 腹部生体インピーダンス法による内臓脂肪測定法の開発. 肥満研究, 2003;9:136-42.
 - 23) 片嶋充弘, 恩田智彦, 山口亨, 梁美和, 前田和久, 奥宮暁子, 西田誠, 他: 腹部生体インピーダンス法を用いた内臓脂肪測定器の開発—測定原理の検証—. 健康医学, 2004; 19: 391-6.
 - 24) Ryo M, Maeda K, Onda T, Katashima M, Okumiya A, Nishida M, Yamaguchi T, Funahashi T, et al: A New Simple Method for the Measurement of Visceral Fat Accumulation by Bioelectrical Impedance. Diabetes Care, 2005; 28:451-3.
 - 25) 志賀利一: インピーダンス法による新規の内臓脂肪測定法. 最新医学, 2006;61:615-24.
 - 26) T. Shiga, Y. Oshima, H. Kanai, M. Hirata, K. Hosoda, K. Nakao: A Simple Measurement Method of Visceral Fat Accumulation by Bioelectrical Impedance Analysis. IFMBE Proceedings, 2007;17:687-90.
 - 27) Midori Ida, Masakazu Hirata, Shinji Odori, Eisaku Mori, Eri Kondo, Junji Fujikura, Toru Kusakabe, et al: Early changes of abdominal adiposity detected with weekly dual bioelectrical impedance analysis during calorie restriction. obesity, 2013;21:E350-3.
 - 28) 古林正和, 山崎浩則, 田山淳, 黒木優子, 前田真由美, 大坪敬子, 阿比留教生, 他: デュアルスキャンを用いた青年期成人の内臓脂肪面積測定とメタボリックシンドローム診断基準項目の評価. CAMPUS HEALTH, 2015; 52:121-3.
 - 29) 上田之彦, 川端成治, 木原進士: 内臓脂肪蓄積量の変化とメタボリックシンドローム各項目の改善に関する研究 内臓脂肪ベルトを用いた新しい内臓脂肪蓄積評価法による検討. 共済医報, 2014;63:206-9.
 - 30) 井元淳, 豊永敏宏, 出口純子, 福田里香: 男性勤労者の内臓脂肪面積に関連する要因の検討 内臓脂肪測定装置 DUALSCAN での検討. 日本職業・災害医学会会誌, 2014;62:197-201.
 - 31) 五十嵐千代: 職域における生体インピーダンス法による内臓脂肪面積測定の有用性の検討. 順天堂医学, 2008;5:208-13.
 - 32) 鍵谷方子: ライフサイクルと心身の健康—女性ホルモンに着目して—. 心身健康科学, 2019;15:37-41.
 - 33) 高橋一広: 女性の健康とエストロゲン. 日産婦誌, 2008;60:252-6.
 - 34) Hirofumi Tomiyama, Akira Yamashina, Tomio Arai, Kenichi Hirose, Yutaka Koji, Taishiro Chikamori, Saburoh Hori, et al: Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement—a survey of 12517 subjects. Atherosclerosis, 2003;166:303-9.
 - 35) 根本友紀, 佐藤友則, 鈴木恵子, 服部朝美, 内海貴子, 金野敏, 佐藤克巳, 他: 女性における体組成, 骨密度,

- 動脈硬化の加齢変化の特徴. 日本職業・災害医学会会誌, 2014;62:111-16. 2002;26:S28-38.
- 36) 36) 福原淳範,奥野陽亮,下村伊一郎: 内臓脂肪蓄積の基礎医学, 医学のあゆみ, 2018;266:789.
- 37) 37) 前田法一,下村伊一郎:肥満症とアディポサイトカイン. 日本内科学会雑誌, 2011;100:911-6.
- 38) 38) Christine M. Kusminski, Perry E. Bickel, Philipp E. Scherer: Targeting adipose tissue in the treatment of obesity-associated diabetes. Nature Reviews Drug Discovery, 2016;15:639-60.
- 39) 39) Koichi Fujita, Hitoshi Nishizawa, Tohru Funahashi, Ichiro Shimomura, Michio Shimabukuro: Systemic Oxidative Stress is Associated With Visceral Fat Accumulation and the Metabolic Syndrome. Circulation Journal, 2006;70: 1437-42.
- 40) 40) Vague J. La différentiation sexuelle-facteur determinant des formes de l'obesity. Presse Med, 1947;30:339-40.
- 41) Maeda K, Okubo K, Shimomura I, Mizuno K, Matsuzawa Y, Matsubara K: Analysis of an expression profile of genes in the human adipose tissue. Gene, 1997;190:227-35.
- 42) Eliza B. Geer, Wei Shen: Gender differences in insulin resistance, body composition, and energy balance, GENDER MEDICINE, 2009;6:60-75.
- 43) Bin WU, Keisuke FUKUO, Kazuhisa SUZUKI, Gen YOSHINO, Tsutomu KAZUMI: Relationships of Systemic Oxidative Stress to Body Fat Distribution, Adipokines and Inflammatory Markers in Healthy Middle-aged Women. Endocrine Journal, 2009;56:773-82.
- 44) 長岡芳,鍵小野美和,藤田紀乃,和田昭彦,松井寛,大橋儒郁,飯田忠行: BMI と皮下・内臓脂肪肥満によるメタボリックシンドロームの関連. 人間ドック, 2010;25:486-93.
- 45) 斎藤重幸:肥満に起因ないし関連する疾患—成立機序・病態・管理・治療—高血圧. 日本臨牀, 2014;72: 582-5.
- 46) Hirofumi OHNISHI, Shigeyuki SAITOH, Hiroshi AKASAKA, Kaneto MITSUMATA, Mizue CHIBA, Makoto FURUGEN, Tetsuaki FURUKAWA et al.: Incidence of Hypertension in Individuals with Abdominal Obesity in a Rural Japanese Population: The Tanno and Sobetsu Study. Hypertens Res, 2008;31: 1385-90.
- 47) J-P Montani, V Antic, Z Yang, Abdul Dulloo: Pathways from obesity to hypertension: from the perspective of a vicious triangle. International Journal of Obesity,

Association of Body Fat Accumulation with Risk Factors for Cardiovascular Diseases (Blood Pressure, Glycometabolism, and Lipid Metabolism) in a General Population

Yoshiko TAKAHASHI¹, Itoyo TOKUDA², Kaori SAWADA^{1,3}, Shizuka KURAUCHI⁴,
Yoshihisa KATSURAGI³, Shigeuki NAKAJI^{1,3}, Kazushige IHARA^{1,3}

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2 Department of Oral Health Care, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 3 Department of Active Life Promotion, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 4 Faculty of Health Sciences Department of Nursing, Aomori University of Health and Welfare

Significance of correlations between different measurement methods for body fat accumulation and various risk factors for cardiovascular diseases were examined among general populations. Subjects were total of 653 adults over 20 years old, consisted of 254 males and 399 females residing in Hirosaki City, Aomori Prefecture. They were categorized into different groups according to gender, age and type of fat accumulation prior to the comparison. Data on visceral fat area, fat percentage of the whole body/body trunk/limb, baPWV (branchial-ankle pulse wave velocity), abdominal circumference (umbilicus circumference diameter), BMI, blood parameters including triglycerides, HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, serum glucose, HbA1c, insulin, HOMA-IR, adipocytokine were collected from each subject. In males, the number of cardiovascular-disease-related factors that showed a significant correlation with visceral fat area was higher than in other obesity indices. In females, visceral fat area was correlated with many cardiovascular-disease-related factors. Thus, measurement of visceral fat area was recommended for early detection and prevention of cardiovascular disease. Also, females were more likely to be associated with various obesity indices other than visceral fat area in relation to many cardiovascular-disease-related factors. In females, it was suggested that it is necessary to evaluate fat accumulation not only in abdomen, but also in other areas, after taking the characteristics of fat distribution into account.

Key words : obesity index, visceral fat, risk factors for cardiovascular diseases, adipocytokine

別刷請求先：高橋佳子
〒030-0852
青森県青森市大野片岡 31-14
TEL/FAX : 017-735-6216
E mail : yoshitonaa@yahoo.co.jp